Wolfgang Stroebe

Eine experimentelle und theoretische Untersuchung des Volumen-Gewichts-Effektes

1966

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547217_0020

Psychologie

Eine experimentelle und theoretische Untersuchung des Volumen-Gewichts-Effektes

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der

P h i l o s o p h i s c h e n F a k u l t ä t

der

Westfälischen Wilhelms-Universität zu

Münster (Westf.)

vorgelegt von

Wolfgang Stroebe

aus Pforzheim

1 9 6 6

Tag der mündlichen Prüfung: 29.7. 1966

Dekan: Prof. Dr. P. Hartmann

Referent: Prof. Dr. W. Witte

Korreferent: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Metzger

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Phototechnische Zentralstelle
der Westfälischen-Wilhelms-Universität
zu Münster / Westf.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung 6

I. Definition und Bezeichnung 6

II. Problemstellung und Gliederung 9

B. Beschreibung und Diskussion einiger Versuche zur quantitativen Erfassung des Volumen- Gewichts-Effektes 11

I. Einführung 11

II. Einzelergebnisse 12

1. Untersuchungen des ersten Typs 12

a) DRESSLAR (1893) 12

b) FLOURNOY (1894) 15

2. Untersuchungen des zweiten Typs 19

a) KOSELEFF (1958)

3. Untersuchungen des dritten Typs 24

a) SEASHORE (1895) 24

b) HUANG (1945 b) 32

i. Einleitung 32

ii. Erster HUANG-Versuch 32

iii. Die HUANG-Gleichung 33

iiii. Zweiter HUANG-Versuch 37

iiiii. Die Überprüfung der HUANG-Gleichung an den Ergebnissen des Versuches von SEASHORE (1895) 39

iiiiii. Zusammenfassung 44

C. Experimenteller Teil 46

I. Einleitung 46

II. Anlage des Versuches und Versuchsgerät 48

III. Vorüberlegungen und Vorversuche zur Methode 52

1. Vergleichsverfahren 53

a) Herstellungsverfahren 53

b) Grenzverfahren 54

c) Konstanzverfahren 54

2. Teilreihe oder Vollreihe 56

a) Teilreihe 56

b) Vollreihe 56

3. Sukzessiver oder Simultaner Vergleich 57

a) Sukzessivvergleich 57

b) Simultanvergleich 58

4. Handhaltung der Versuchspersonen 58

5. Vorversuch zur Klärung der Fragen 3 und 4 59

6. Kategorien und Rechenmethoden zur Bestimmung des Punktes der subjektiven Gleichheit 61

7. Verbundene oder unabhängige Stichprobe 63

IV. Der Versuch 72

1. Versuchspersonen 72

2. Versuchsanordnung 72

3. Versuchsanweisung 73

4. Ergebnisse 74

V. Diskussion der Ergebnisse 90

D. Zusammenfassung 102

E. Beschreibung und Diskussion einiger Versuche zur Erklärung des Volumen-Gewichts-Effektes 105

I. Einleitung 105

II. Die Erklärung des V-G-E auf Grund von Einstellungsprozessen 106

1. Die motorische Einstellung als Erklärungsprinzip 106

a) Die Ursache der "Erwartung" 106

i. Ererbte Erfahrung 106

ii. Suggestion 107

iii. Erfahrung aus früherem Umgang mit Gewichten 107

b) Die Impulsunterschiede 108

c) Die Wirkung der Muskelspannung auf das Gewichtsempfinden 111

2. Die "allgemeine" Einstellung als Erklärungsprinzip 113

III. Die Erklärung des V-G-E im theoretischen Rahmen der Wahrnehmungskonstanzen 117

IV. Die Alternative: "Allgemeine" Einstellung oder "phänomenaler Kompromiß" 121

Literaturverzeichnis 132

A. Einleitung

I. Definition und Bezeichnung

Wenn zwei Körper bei gleichem Gewicht von verschiedenem Volumen sind, so wird der kleinere als schwerer empfunden. Dieser von CHARPENTIER (1891)+ zum ersten Male beschriebene Effekt gab seitdem Anlass zu zahlreichen experimentellen Untersuchungen. Daraus resultieren nicht nur zum Teil widersprüchliche Erklärungsversuche, sondern auch eine verwirrende Vielfalt von Bezeichnungen für ein und denselben Tatbestand. Es wäre zwar stilistisch reizvoll, nicht mit monotoner Wiederholung einer Benennung langweilen zu müssen, aber aus Gründen der Klarheit ist es erforderlich, sich von Anfang an auf eine Bezeichnung festzulegen.

Tabelle 1 (Bisher verwendete Bezeichnungen)

Size-Weight-Suggestion	SCRIPTURE (1897)
Illusion musculaire	PHILIPPE & CLAVIÈRE(1895)
Illusion de poids	van BIERVLIET (1895)
	LEY (1900)
	CLAPARÈDE (1902)
	DALHEM (1923)
	REY (1930)
Volumtäuschung	FRIEDLÄNDER (1920
CHARPENTIER's illusion	ROBINSON (1964)

+ Im Literaturverzeichnis sind die Arbeiten alphabetisch nach Autoren geordnet. Liegen mehrere Veröffentlichungen eines Autors vor, so sind diese nach Jahreszahlen geordnet.

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Size-Weight-Illusion	RICE (1897) HUANG (1945) HOWARD (1954) NYSSEN & BOURDON (1955/56) FURTH (1960) ANTHONY et alii (1962) WERBER & KING (1962)
Size-Weight-Effect	THOULESS (1931) KOSELEFF (1957/58)

Als erstes kann man Bezeichnungen verwerfen, die Annahmen über den funktionellen Hintergrund des Effektes enthalten (Size-Weight-Suggestion und Illusion musculaire). Erklärungen sollten nicht schon mit dem Namen gegeben werden, gleichgültig, ob sie richtig, oder, wie vermutlich in unserem Falle, falsch sind. GRIMES (1948, nach WERBER & KING 1962) stellte eine Korrelation von nur 0,195 des oben beschriebenen Effektes mit 12 validen Suggestionstest fest. Nach den Ergebnissen von FRIEDLÄNDER (1920) und USNADZE (1931), über die später noch berichtet werden soll, ist es auch unwahrscheinlich, dass es sich um eine Muskeltäuschung (Illusion musculaire) handelt.

Der Begriff der Volumtäuschung scheidet aus, da er von USNADZE (1931) für einen anderen Effekt vergeben wurde, während Gewichtstäuschung (Illusion de poids) zu allgemein ist, da es verschiedene Gewichtstäuschungen gibt.

Als tiefergehend erweist sich die Frage, ob man überhaupt von einer Täuschung sprechen soll. Dieser Begriff ist sehr umstritten. Man wirft ihm vor, er begründe so etwas wie einen Prioritätsanspruch der physikalischen vor den psychologischen Meßdaten. Psychologie als die Wissenschaft vom menschlichen Erleben habe aber ihre eigene Gesetzmässigkeit, und es könne deshalb nicht schon apriori erwartet werden, dass das, was physikalisch gleich sei, auch gleich erlebt werden müsse.

Unserer Ansicht nach beruhen diese Einwände auf einem falschen Verständnis des Begriffes. Wenn jede Abweichung des wahrgenommenen Gegenstandes vom physikalisch gemessenen Gegenstand als "Täuschung" bezeichnet würde, hätte man schon seit langem den Begriff "Wahrnehmungslehre" durch "Täuschungslehre" ersetzen müssen. Gewöhnlich spricht der Psychologe aber nur dann von einer Täuschung, wenn auf einem Gebiet der Wahrnehmung, auf dem gute Konstanz der Grösse festgestellt wurde, unter speziellen Umfeldbedingungen eine starke Inkonstanz auftritt. Nur so wird auch der Satz verständlich, mit dem BORING (1942, S. 239) + das Interesse der Psychologen an der Erforschung der Täuschungen begründet: "A knowledge of the principles governing the abnormal perception ..... would certainly help ..... with the understanding of the normal cases".

+ Die erste Ziffer bezeichnet das Erscheinungsjahr der Arbeit, die zweite Ziffer die Seite, auf der der zitierte Satz steht. Wenn eine Seitenzahl ohne Jahreszahl angegeben wird, handelt es sich stets um Verweise innerhalb unserer eigenen Arbeit.

Wenn wir also den von CHARPENTIER beschriebenen Tatbestand als Täuschung bezeichnen, implizieren wir die Annahme, dass ein Einfluss des Volumens eines Körpers auf das Gewichtsempfinden nur unter den von CHARPENTIER definierten Bedingungen besteht. D.h. wir behaupten, dass beim Anheben eines einzelnen Gewichtes das phänomenale Gewicht dieses Körpers allein von seinem absoluten Gewicht, nicht aber von seinem Volumen abhängig ist. Da diese Frage bis heute noch nicht geklärt ist, werden wir den Begriff "Täuschung" nach Möglichkeit vermeiden.
Es bleibt also nur noch die Entscheidung, ob man von einem CHARPENTIER-Effekt oder von einem Volumen-Gewichts-Effekt (Size-Weight-Effect) sprechen will. Zwar ist ersteres neutraler, aber der Brauch, jeden Effekt nach seinem Entdecker zu nennen, hat dazu geführt, dass sich nur noch Eingeweihte auf dem breiten Felde von ARISTOTELES- bis ZÖLLNER-Täuschung zurechtfinden. Deshalb soll hier die Gelegenheit nicht ungenutzt bleiben, einen Effekt so zu bezeichnen, dass beide in der Definition genannten Variablen auch im Namen vorkommen.

Wir werden also den Tatbestand, dass von zwei gleichschweren Körpern derjenige schwerer erscheint, der das kleinere Volumen besitzt, mit Volumen-Gewichts-Effekt (V-G-E) bezeichnen.

II. Problemstellung und Gliederung

Ziel unserer Arbeit ist sowohl die quantitative Erfassung, wie auch die Klärung der funktionellen Hintergründe des V-G-E.

Wir werden versuchen, diesem Ziel durch systematische Überarbeitung bisher vorliegender experimenteller Ergebnisse , wie auch durch eigene Experimente möglichst nahe zu kommen.
Versuche zur Messung des V-G-E wurden schon verschiedentlich unternommen und führten zu recht widersprüchlichen Ergebnissen. Bevor wir eine eigene Versuchsanordnung entwerfen, werden wir deshalb die vorliegenden experimentellen Anordnungen, sowie deren Ergebnisse analysieren, um nach Möglichkeit die Widersprüche zu klären.

Im zweiten Teil wird dann von eigenen Experimenten berichtet werden, die auf dem Wege zur Messung des V-G-E weiterführen.
Abschliessend werden wir die bisherigen Erklärungsversuche referieren und unser Augenmerk darauf richten, inwieweit sie sich mit allen vorliegenden experimentellen Befunden decken.

B. Beschreibung und Diskussion einiger Versuche zur quantitativen Erfassung des Volumen-Gewichts-Effektes

I. Einführung

Wenn man, wie wir, unter quantitativer Erfassung die Subsumierung experimenteller Ergebnisse unter eine mathematische Formel versteht, wird man wenige Arbeiten über den V-G-E finden, die das leisten. Uns wurden nur zwei bekannt, nämlich die von SCRIPTURE (1897) und die von HUANG (1945 b).
Da in diesem Kapitel Methodenprobleme erörtert werden sollen, scheint es angebracht, auch Untersuchungen näher zu betrachten, die zwar das Ziel der Quantifizierung verfolgten, diese jedoch in einem weiteren Sinne als oben angedeutet verstanden, oder sie zwar in diesem Sinne verstanden, auf Grund von methodischen Mängeln aber ihr Ziel nicht erreichen konnten.
Betrachtet man alle (uns verfügbaren) Arbeiten, die eine Quantifizierung anstrebten, so lassen sich drei Haupttypen von Untersuchungen herauskristallisieren, die wir im Folgenden kurz charakterisieren wollen:

(1) Untersuchungen, deren Ergebnis in Rangreihen bestand. Den Versuchspersonen wurden Gegenstände von verschiedenem Volumen, aber gleichem Gewicht geboten, die sie nach ihrem (phänomenalen) Gewicht in eine Rangreihe von leicht nach schwer einordnen sollten.

(2) Untersuchungen, deren Ergebnis in einigen wenigen Meßdaten bestand, so dass die Meßwerte nicht unter eine mathematische Formel zu subsumieren waren.

(3) Untersuchungen, deren Ergebnis in Serien von Messdaten bestand, die durch systematische Variation

der Variablen Volumen oder Gewicht bei Konstanthaltung der übrigen Versuchsbedingungen gewonnen wurden.

Wir sind der Ansicht, dass nur der dritte Untersuchungstyp zu einem Erfolg in unserem Sinne führen kann, dass aber die methodischen Grundlagen gerade in Arbeiten des ersten und zweiten Typs gelegt wurden. Dies wollen wir im Folgenden an einigen ausgewählten Beispielen näher ausführen.

II. Einzelergebnisse

1. Untersuchungen des ersten Typs

a) DRESSLAR (1893)

Ziel der Untersuchung war, herauszufinden, inwieweit das Gewichtsempfinden beeinflusst wird, wenn die zu vergleichenden Objekte bei gleichem Gewicht von verschiedenem Volumen sind.

Als Versuchsgerät dienten zylindrische Körper, die sämtlich 132 g wogen. Bei einem Durchmesser von etwas über einem Zoll unterschieden sie sich nur in der Länge. Es waren acht Körper mit folgenden Längenmaßen:
1,5 Zoll; 2 Zoll; 2,5 Zoll; 3 Zoll; 3,5 Zoll; 4 Zoll; 4,5 Zoll; 5 Zoll.

Der Versuch wurde mit 23 Versuchspersonen (Vpn) im Alter von 7 bis 14 Jahren in Einzelversuchen durchgeführt. Die Vpn erhielten die Zylinder mit der Aufforderung, sie nach Gewicht in eine Reihe zu ordnen. (Leider wird nicht angegeben, in welcher Anordnung die Objekte jeweils geboten wurden.)

Es war vorgeschrieben, die Gewichte beim Anheben zwischen Zeigefinger und Daumen zu halten. In Tabelle 2 werden die Ergebnisse aufgeführt. Die Vpn sind mit Buchstaben, die Rangplätze mit römischen Ziffern bezeichnet. Unter I. werden die Gewichte angegeben, die als schwerste

Tabelle 2 (Ergebnisse des Versuches von DRESSLAR 1893)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI	VII.	VIII.
A	1	2	3	4	5	6	7	8
B	1	2	3	4	5	6	7	8
C	1	3	2	4	5	6	7	8
D	1	2	3	4	5	6	7	8
E	1	2	3	4	5	7	6	8
F	1	2	3	4	5	6	7	8
G	1	2	3	4	5	6	7	8
H	1	3	2	4	8	5	6	7
I	1	2	3	4	5	7	6	8
K	1	2	3	4	5	6	7	8
L	1	2	3	4	5	6	7	8
M	3	7	4	2	1	5	6	8
N	1	2	4	3	5	6	7	8
O	1	3	4	2	5	6	7	8
P	1	5	3	6	2	4	7	8
Q	2	1	5	3	4	6	7	8
R	1	2	3	4	5	6	7	8
S	1	2	3	4	5	6	7	8
T	2	4	1	3	7	6	5	8
U	2	1	3	4	5	6	7	8
X	3	1	2	4	5	6	7	8
Y	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	1	2	5	4	3	7	6	8
Σ	30	56	71	87	11o	137	155	182

empfunden wurden, unter II die nächst leichteren usw. bis hin zu den am leichtesten empfundenen. Die arabischen Ziffern zeigen an, welches Gewicht jeweils auf welchen Platz gesetzt wurde, wobei die Gewichte nach ihrer Länge, vom kürzesten angefangen, durchnumeriert sind.

Obwohl die Rangsummen eine deutliche Sprache sprechen, prüften wir die Differenzen mittels der Rangvarianzanalyse nach FRIEDMAN. Die Ergebnisse sind mit einem $\chi^2_r = 111{,}65$ bei 7 Freiheitsgraden auf dem 0,1% Niveau signifikant. Das bedeutet, dass die Unterschiede zwischen den Rangsummen nicht durch Zufall entstanden sein können. Da sich die Körper allein durch ihr Volumen unterscheiden, müssen die Volumenunterschiede für die Rangreihen verantwortlich sein. Aus den Rangreihen lässt sich die Tendenz ablesen, dass die Körper mit zunehmendem Volumen immer leichter empfunden wurden. Vor einer solchen Annahme muss man die Möglichkeit prüfen, ob nicht vielleicht die Vpn sich beim Aufstellen der Rangordnung direkt (also nicht indirekt über den V-G-E) durch die Regelmässigkeit des Volumenzuwachses beeinfliessen liessen.
Das kann auf Grund folgender Überlegung zumindest nicht als der einzige die Rangreihe konstituierende Faktor betrachtet werden. Wenn die Vpn keinen Gewichtsunterschied verspürt haben, stellt sich die Frage, weshalb sie derart übereinstimmend den kleinsten und nicht etwa den grössten Zylinder als am schwersten beurteilten. Dafür gibt es nur die eine Begründung, dass die kleinen Zylinder wirklich schwerer empfunden wurden. Ungewiss bleibt, ob dieser Faktor allein zu einer solch eindeutigen Rangordnung geführt hat. Bei genauer Lektüre der DRESSLAR'schen Arbeit drängen sich Zweifel auf. Er schreibt (1893, S.344): "The suggestion thus (durch die Regelmässigkeit des Volumenzuwachses) made became so strong that, when the subjects began to see that the tubes could be arranged in a regular order, in many instances the judgments were changed and the tubes were made to occupy a place according to size".

Diese Beobachtung stützt die Vermutung, dass der V-G-E bei der Einordnung zwar eine Rolle gespielt hat, die Regelmässigkeit der Rangreihe aber nicht allein auf ihn zurückzuführen ist.

Damit ist die Aussage der Ergebnisse eingeschränkt. Man muss sich fragen, ob eine solche Arbeit nicht auch mit Gewichten durchzuführen ist, deren Volumenunterschiede weniger auffällig sind. Das ist der Fall, wenn die Vergleichskörper von verschiedener Form sind. Hierbei treten jedoch andere Schwierigkeiten auf, wie sich bei der Untersuchung von FLOURNOY (1894) zeigen wird.

b) FLOURNOY (1894)

Ohne Kenntnis der DRESSLAR'schen Arbeit führte FLOURNOY eine Untersuchung durch, die weniger ihrer methodischen Vollkommenheit, als ihrer Einfachheit wegen besticht.

Der Versuch ist dem Experiment DRESSLAR 's ähnlich, nur besaßen die von FLOURNOY verwendeten Vergleichsobjekte, bei gleichem Gewicht (112 g) nicht allein verschiedene Volumina, sie waren auch von verschiedener Form, unterschiedlicher Farbe und aus verschiedenem Material.

Das Versuchsgerät bestand aus alltäglichen Gebrauchsgegenständen und zwar einer Zigarrenkiste (leer und ohne Deckel), zwei geschlossenen Briefumschlägen verschiedenen Formats, einer Schachtel Senfpflaster der Marke "RIGOLLOT", einer Dose "GERAUDEL"-Pastillen, einer Flasche aus schwarzem Glas, einem Bleiplättchen, einem Porzellanaschenbecher und schließlich aus einem kleinen würfelförmigen Metallkästchen.

Diese Objekte, deren Volumina FLOURNOY gemessen hatte, wurden 50 Vpn mit der Anweisung geboten, sie nach Gewicht zu ordnen. Es wurden Einzelversuche durchgeführt, wobei die Objekte auf einem Tablett in zufälliger Reihenfolge angeordnet waren. Nur eine Vp erkannte, dass es sich um gleichschwere Gegenstände handelte.

Tabelle 3 (Ergebnisse des Versuches von FLOURNOY 1894)

Versuchsobjekte	Zigarrenkiste	Grosser Umschlag	Pflasterschachtel	Flasche	Aschenbecher	Kleiner Umschlag	Pastillendose	Stopfei	Bleiplättchen	Metallkästchen
Vol cm^3	2100	500	150	137	125	118	65	50	15	10
I	42	2		5						
II	7	25	3	9	5					
III		10	12	16	7	4				
IV		6	11	10	14	8				
V		3	18	5	10	8	4		1	
VI		3	4	3	13	11	1	1		
VII				1		10	30	2	6	
VIII			1			3	4	20	21	
IX						3		24	18	4
X								2	2	45
	56	139	208	161	215	283	328	416	403	486

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die römischen Ziffern bezeichnen die Rangplätze von leicht nach schwer. Die Ziffern in den Zeilen zeigen die Häufig-

keit an, mit der die Gewichte auf die jeweiligen Rangplätze gesetzt wurden. Die in der Summenzeile angegebenen Rangsummen sind durch Addition der Produkte von Häufigkeit und jeweiligen Rangplätzen gewonnen.
Trotz der zwei Inversionen (Pflasterschachtel, Fläschchen und Stopfei, Bleiplättchen) ist ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der Volumen und der Zunahme des phänomenalen Gewichtes festzustellen.
Diesen Zusammenhang glaubt man nun eindeutig dem V-G-E zuschreiben zu können. Denn durch die vielfältigen Formen, Farben und Materialien der gebotenen Objekte dürften die Vpn genügend von den Volumenunterschieden abgelenkt worden sein. Gerade diese Vielfalt macht aber auch die besondere Schwäche der Untersuchung aus. Durch sie kommen nämlich mit einiger Sicherheit noch drei andere Effekte ins Spiel, die die Beurteilung beeinflusst haben können.

(1) Material-Gewichts-Effekt+
Gegenstände aus anschaulich verschiedenem Material werden bei gleichem Volumen und gleichem Gewicht verschieden schwer empfunden.

(2) Farb-Gewichts-Effekt
Gegenstände von verschiedener Farbe werden bei gleichem Volumen und gleichem Gewicht verschieden schwer empfunden.

(3) Form-Gewichts-Effekt
Gegenstände von verschiedener Form werden bei gleichem Volumen und gleichem Gewicht verschieden schwer empfunden.

+Die hier aufgeführten Effekte wurden vom Verfasser analog dem Volumen-Gewichts-Effekt benannt, da sich bisher keine einheitliche Benennung durchgesetzt hat.

FLOURNOY, der sich solcher Einflüsse durchaus bewusst gewesen ist, führt darauf die Inversionen zurück. Er schreibt (1894, S. 202): "Si d'autre part le tableau montre quelques exceptions assez constantes et de nombreux caprices individuels, au milieu de ce parallélisme général entre l'accroissement de poids apparent et la diminution de volume, c'est que la grosseur visible n'est pas le seul facteur en jeu, et que son action peut être compensée par les idées qu'on se fait de la nature de l'objet ou de son contenu caché. Le plat, par exemple est habituellement trouvé plus léger que l'oeuf, bien qu'à l'oeil il paraisse trois à quatre fois plus petit, parce qu'étant en plomb il suggère l'idée de la lourdeur, et reçoit par conséquent une plus forte impulsion que l'oeuf qui est en bois et dont on ignore la surcharge intérieure. De même la bouteille quoique réellement inférieure en volume á l'étui RIGOLLOT, occupe en somme un rang de légèreté plus élevé, soit parce qu'elle semble plus volumineuse (de l'avis de plusieurs personnes), soit surtout parce qu'étant bouchée et de couleur noire elle suggère l'idée qu'elle est pleine d'encre, alors quelle est vide ".

FLOURNOY führt die Inversion zwischen Bleiplättchen und Stopfei auf einen Material-Gewichts-Effekt zurück. Wir können seiner Erklärung dieses Effektes, in der er sich ganz als Anhänger von MÜLLER & SCHUMANN erweist, nicht zustimmen (siehe S. 128 ff). Die Tatsache jedoch, dass ein solcher Effekt auftritt, und dass er sich auch in der von ihm angenommenen Richtung auswirkt, wurde von WOLFE (1898) nachgewiesen.

Allerdings zeigte FRIEDMAN 1920, dass der Effekt ein im Verhältnis zum Volumen-Gewichts-Effekt geringes Ausmaß annimmt. Noch geringer scheint die Wirkung des Farb-Gewichts-Effektes zu sein. Vom Form-Gewichts-Effekt wissen wir nur, dass es ihn gibt (DRESSLAR 1893).

Wenn man über die Auswirkung von Faktoren wenig weiß, muss man sie im Experiment entweder konstant halten, oder eine maximale Zufallsstreuung herstellen. Das Ergebnis eines Experimentes, bei dem diese Vorsicht ausser Acht gelassen wurde, kann deshalb nicht als gesichert betrachtet werden.

2. Untersuchungen des zweiten Typs

a) KOSELEFF (1958)

Eine der methodisch aufschlussreichsten Arbeiten wurde 1958 von KOSELEFF veröffentlicht, der sich ausgiebig mit den speziellen Methodenproblemen beschäftigt hatte, die bei der Messung des V-G-E auftreten. Er hatte festgestellt, dass bei langandauernden Gewichtsversuchen der V-G-E nachlässt, und führte dies darauf zurück, dass geübte Vpn sich bei ihren Urteilen nicht mehr durch den "objektiven", den im Objekt zu lokalisierenden Schwereeindruck leiten lassen, sondern von ihren "subjektiven" Muskelempfindungen. Tatsächlich ist festzustellen, dass der V-G-E, wenn man unter Abstraktion vom Gegenstand nur die Muskelempfindungen zum Kriterium des Urteils macht, gering wird oder verschwindet.

Um diese Möglichkeit im Versuch auszuschalten, muss man nach Ansicht von KOSELEFF entweder seine Vpn darauf trainieren, nur nach dem "objektiven" Schwereeindruck zu urteilen, oder aber die Versuche derart abkürzen, dass die Vpn nicht erst auf den Gedanken kommen, nach ihren Muskelempfindungen zu urteilen. KOSELEFF beschritt den zweiten Weg.

Als Gewichte verwendete er Konservendosen mit folgenden Ausmaßen:

Tabelle 4

Serie	Höhe (mm)	Durchmesser (mm)
A	50,0	46,5
B	65,7	72,7
C	79,2	100,8

Da er die Dosen aus der normalen Fertigung bezog, musste er sich mit den vorhandenen Grössen begnügen. Er wählte sie so aus, dass auch die grösste noch von einer Frauenhand umfasst werden konnte. Er beschaffte sich von jeder Grösse 20 Stück, so dass er drei parallele Gewichtsserien (A, B und C) herstellen konnte. Das leichteste Gewicht jeder Serie wog 120 g, das nächst schwerere 140 g usw.,gleichabständig bis 500 g.

Sein Meßverfahren kann man nur beurteilen, wenn man sich die Absichten vergegenwärtigt, die KOSELEFF bei seiner Untersuchung verfolgte. Er wollte mit einem möglichst kurzen Verfahren feststellen, welche Unterschiede auftreten, wenn Gewichte aller drei Volumengrößen abwechselnd als Standard-oder als Vergleichsgewichte verwendet werden.

Eine solche Untersuchung verlangt eine aufwendige Versuchsanordnung. Wenn das einem Gewicht der Serie A phänomenal gleiche Gewicht der Serie B gesucht wird, ergibt sich dies als der Mittelwert aus den Urteilen mehrerer Versuchspersonen. Um nun umgekehrt zu diesem B wieder das aequivalente A zu finden, müsste man ein dem Mittelwert entsprechendes Gewicht B herstellen (z.B. 212,37 g). KOSELEFF vermied diesen Aufwand, indem er ein pauschaleres Verfahren anwendete.
In einem Vorversuch stellte er fest, welche Gewichte der Serien B und C ungefähr gleich schwer einem $A_{160\ g}$ empfunden wurden und fand $B_{220\ g}$ und $C_{280\ g}$. Um noch einen höheren Gewichtsbereich untersuchen zu können, wiederholte er dasselbe mit einem $A_{300\ g}$. Hier waren $B_{360\ g}$ und $C_{420\ g}$ aequivalent. Im Hauptversuch führte er dann mit 20 Vpn 12 Serien von Experimenten durch:

Tabelle 5 (Von KOSELEFF durchgeführte Gewichtsvergleiche)

Standardgewicht S		Vergleichsgewicht V	S		V
$A_{160\ g}$	-	B	$A_{300\ g}$	-	B
$A_{160\ g}$	-	C	$A_{300\ g}$	-	C
$B_{220\ g}$	-	A	$B_{360\ g}$	-	A
$B_{220\ g}$	-	C	$B_{360\ g}$	-	C
$C_{280\ g}$	-	A	$C_{420\ g}$	-	A
$C_{280\ g}$	-	B	$C_{420\ g}$	-	B

Zu den Vergleichsmethoden zitieren wir KOSELEFF selbst (1958, S. 118): "We used two methods, the selection method and further on a simplified method of limits: In front of the O (Vp) we placed the A, B or C serving as S, together with one V (a B, C or A) which presumably would be judged as much lighter than S. When O had made his judgement, V was replaced by the V one step higher up, i.e. 20 g heavier, and so on until two or three Vs were judged to be heavier. After a little pause O got one descending series from a too heavy V until two or three Vs were judged to be lighter. As in the selection method O knew that the first partner of the pair S - V was constant, while the second was changed.
This makes a total of 24 determinations of equivalents. We did not vary systematically the succession of these 24 variations, we were contended with working out 10 sequences which differed as much as possible. Each 2 of our 20 Os got the same sequence. The experiment was divided in four parts with six determinations in each: every O came four times, and in each session one part was gone through".
In Tabelle 6 haben wir die Ergebnisse zusammengestellt. KOSELEFF gab für alle 20 Vpn Einzelwerte an, die wir zu Mittelwerten zusammenfassten. Die Werte sind in Zweiergruppen angeordnet und zwar derart, dass zuerst zum Standardgewicht einer Serie das aequivalente Vergleichsgewicht der anderen Serie angegeben wird.

Tabelle 6 (Die Ergebnisse des Versuches von KOSELEFF)

Standard-gewicht S (g)	Vergleichs-gewicht V (g)		Gewichts-differenz von S und V (Grenz$_V$.)
	Grenzverf.	Herst.Verf.	
A_{160} g	$B_{212,37}$ g	$B_{216,50}$ g	52,37 g
B_{220} g	$A_{137,12}$ g	$A_{133,00}$ g	82,88 g
A_{160} g	$C_{252,37}$ g	$C_{248,50}$ g	92,37 g
C_{280} g	$A_{135,62}$ g	$A_{137,25}$ g	144,38 g
B_{220} g	$C_{264,50}$ g	$C_{264,75}$ g	44,50 g
C_{280} g	$B_{199,37}$ g	$B_{195,75}$ g	80,63 g
A_{300} g	$B_{352,25}$ g	$B_{364,50}$ g	52,25 g
B_{360} g	$A_{227,25}$ g	$A_{227,00}$ g	123,75 g
A_{300} g	$C_{429,87}$ g	$C_{406,50}$ g	129,87 g
C_{420} g	$A_{215,55}$ g	$A_{218,75}$ g	204,45 g
B_{360} g	$C_{393,00}$ g	$C_{395,75}$ g	33,00 g
C_{420} g	$B_{295,75}$ g	$B_{302,00}$ g	124,25 g

Anschliessend dient ein dem Vergleichsgewicht ungefähr entsprechendes Gewicht als Standard, und die Serie, die zuvor den Standard stellte, wird jetzt zum Vergleich herangezogen. In der letzten Spalte wird die Grösse des Effektes in der Differenz zwischen Standard - und aequivalentem Vergleichsgewicht ausgedrückt (es wurden die im Grenzverfahren gewonnenen Werte verwendet). Es zeigt sich, dass die Werte innerhalb einer Zweiergruppe verschieden sind. Der Effekt scheint jeweils grösser zu sein, wenn das Standardgewicht ein grösseres Volumen als das Vergleichsgewicht besitzt (S > V). Um zu untersuchen, ob dies möglicherweise nur die Folge eines Zeitfehlers darstellt, unternahm KOSELEFF noch einige Versuche, in denen er das Standardgewicht nach dem Vergleichsgewicht bot. Er erhielt dasselbe Resultat.

Als Nebenerfolg lässt sich noch feststellen, dass die Ergebnisse, die mit zwei verschiedenen Verfahren gewonnen wurden, nur in sehr geringem Maße differieren. Dies zeigt, dass der V-G-E erstaunlich methodeninvariant ist, was auch für spätere Messungen sichere Ergebnisse erhoffen lässt.

3. Untersuchungen des dritten Typs

a) SEASHORE (1895)

Die vermutlich früheste Untersuchung, die durch systematische Variation der Variablen Volumen bei Konstanthaltung der übrigen Versuchsbedingungen Serien von Messdaten ergab, stammt von SEASHORE (1895).

Da seine Beschreibung der Versuchsanordnung viel von der Sorgfalt, mit der diese Untersuchung durchgeführt wurde, verrät, wollen wir sie hier in der Übersetzung zitieren:

"Zwei Sätze von zylindrischen Körpern mit einer Länge von 31 mm wurden aus Messingröhren hergestellt und mit Hartgummienden versehen. Eine zusätzliche Hartgummischeibe an jedem Ende, 2 mm dick und 15 mm im Durchmesser, diente als Griffläche. Die gesamte Länge eines Zylinders war also 35 mm. Damit die Oberfläche keine Schlüsse auf die Materialbeschaffenheit zuließ, wurden alle Körper schwarz lackiert.

Jeder Satz bestand aus 17 Zylindern. Serie A hatte bei gleichem Gewicht unterschiedliches Volumen, während Serie B bei verschiedenem Gewicht von gleichem Volumen war. Die Zylinder in Serie A veränderten ihren Durchmesser in einer geometrischen Reihe mit einem regelmässigen Zuwachs um ein Zehntel. In Serie B variierte das Gewicht in einer arithmetischen Reihe mit einem stetigen Zuwachs von 5 Gramm.

In der folgenden Aufzählung werden die Zylinder nach A und B und nach ihren Nummern innerhalb der Serie unterschieden.
Die Körper der Serie A hatten alle ein Gewicht von 80 g und einen Durchmesser in Millimetern wie folgt:
20,0; 22,0; 24,2; 26,6; 29,3; 32,2; 35,4; 39,0; 42,9; 47,2; 51,9; 57,1; 62,8; 69,1; 76,0; 83,6; 91,9.
Die Körper der Serie B besaßen bei einem konstanten Durchmesser von 42,9 mm ein Gewicht in Gramm wie folgt:
40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100 105; 110; 115; 120.

Es soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass das konstante Gewicht der Serie A dem des mittleren Zylinders der Serie B entspricht, während das konstante Volumen der Serie B dem des mittleren Körpers von Serie A gleicht. Die Durchmesser waren in ihrer Größe insoweit begrenzt, als sie noch einen einheitlichen Zugriff erlauben sollten.

Das Material,aus dem die Körper bestanden, wurde durch normale Schwankungen der Temperatur und der atmosphärischen Bedingungen kaum verändert. Das Gewicht war mit einer Genauigkeit von 0,025 g ausgewogen.
Die zwei Serien wurden auf ein Tablett gestellt, das einen weichen, schwarzen Stoffboden hatte. Satz A war nach der Grösse, Satz B nach Gewicht geordnet.

Die Vp saß an dem Tisch, auf dem das Tablett stand. Es war ihr möglich, alle Gewichte ungefähr mit derselben Haltung von Arm und Hand anzuheben. Sie wurde aufgefordert, zu jedem Gewicht der Serie A das entsprechende B zu suchen, indem sie jeweils ein A nahm und es neben das B stellte, mit dem sie es zu vergleichen wünschte. Sie konnte nun ein B nach dem anderen anheben, bis die glaubte, das dem A entsprechende Gewicht gefunden zu haben. Sie musste immer dieselbe Hand nehmen und die Griffläche der Körper sorgfältig zwischen Daumen und Zeigefinder fassen. Es stand der Vp frei, jedes Gewicht so oft anzuheben, wie sie es wünschte. Allerdings wurde sie auf den störenden Einfluss der Müdigkeit, wie sie bei zu häufiger Wiederholung auftritt, hingewiesen.

Tabelle 7 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE)

Ø A (mm)	G_B (g)	Ø A - Ø B (mm)	$G_B - G_A$ (g)
20,0	110,2	- 22,9	+ 30,2
22,0	103,8	- 20,9	+ 23,8
24,2	98,2	- 18,7	+ 18,2
26,6	94,4	- 16,3	+ 14,4
29,3	94,0	- 13,6	+ 14,0
32,2	89,2	- 10,7	+ 9,2
35,4	86,3	- 7,5	+ 6,3
39,0	85,4	- 3,9	+ 5,4
42,9	83,8	0	+ 3,8
47,2	80,4	+ 4,3	+ 0,4
51,9	75,6	+ 9,0	- 4,1
57,1	71,7	+ 14,2	- 8,2
62,8	69,0	+ 19,9	- 11,0
69,1	65,8	+ 26,2	- 14,2
76,0	64,2	+ 33,1	- 15,8
83,0	61,2	+ 40,7	- 18,8
91,9	58,6	+ 49,0	- 21,4

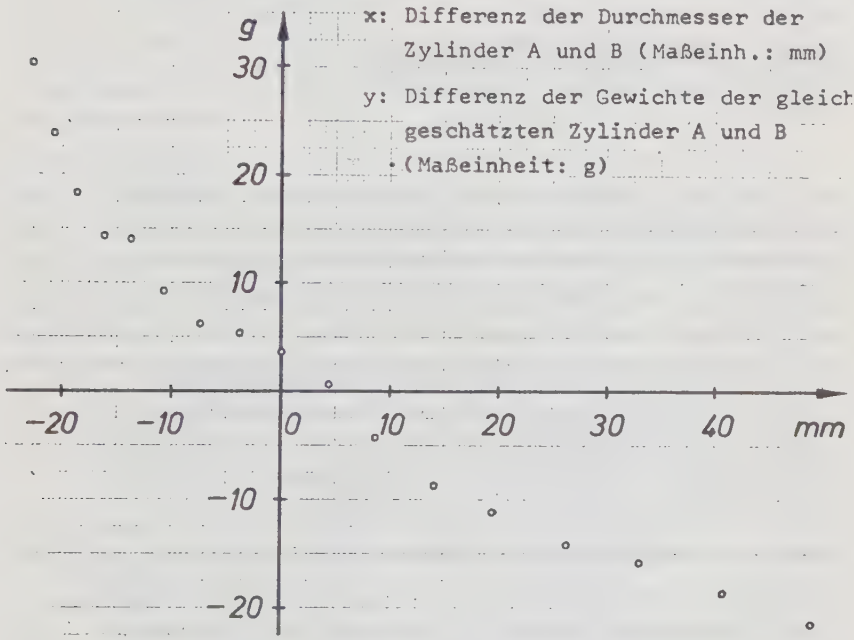
In Tabelle 7 haben wir die Ergebnisse aufgeführt. Die erste Spalte enthält die Durchmesser (Ø) der Zylinder der Serie A (Gewicht konstant 80 g). In der zweiten Spalte sind die Gewichte der B-Zylinder (G_B) angeführt (Durchmesser konstant 42,9 mm), die dem entsprechenden A als gleich schwer empfunden wurden (a.M. für N = 15). Spalte 3 enthält die Differenzen der Durchmesser von A und B in Millimetern (Ø A - Ø B), während Spalte 4 die Gewichtsdifferenzen zwischen den gleichgeschätzten Gewichten A und B angibt ($G_B - G_A$).

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Auf der Abszisse sind die Differenzen der Durchmesser von A und B in Millimetern, auf der Ordinate die Gewichtsdifferenzen zwischen A und B in Gramm aufgetragen.

SCRIPTURE hat 1897 die Ergebnisse der Arbeit von SEASHORE unter eine Gleichung subsumiert, die er in einem kurzen Aufsatz veröffentlichte. Bedauerlicherweise wird das Verständnis der Darstellung dadurch erschwert, dass einige Grössen nicht präzise definiert sind. Um ein objektives Bild zu vermitteln, werden wir den wesentlichen Abschnitt zitieren (1897, S. 227):

"In the "Studies" (damit sind die "Studies from the Yale psychological Laboratory" gemeint) for 1894 I had already pointed out the possibility of establishing the law of suggestion in such experiments. I now find it possible to do so on the basis of Dr. SEASHORE's work.

Abbildung 1 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE)



The curve conforms closely to the from $y = \frac{k}{x}$ which is the equation of a hyperbola referred to its asymptotes as axes with the constant k depending on the nature of the experiment. The actual measurements differ from the values required for this formula only by a samll quantity $z = f_{(x)}$, which expresses the apparent increase in the diameter of the blocks due to the contrast with the constant length. (The exact values of z have not yet been determined experimentally. The results of a special investigation will appear in the "Studies)

If the blocks of the B series be made of the constant diameter c and those of the A series of the constant weight d, and if we denote by s the difference in size acting as a suggestion, by i the resulting illusion and by k a constant depending on the nature of the experiment, then we have the general law.

$$i = \frac{k}{s + c} - d$$

which can be called the law of size-weight-suggestion. Thus, in the first set of experiments c was 43 mm, d was 80 g, and k was determinded by the facts: that the blocks were looked at while lifted; that the subjects were ignorant of the illusion, etc."

Während die Grössen k, c und d genau bestimmt sind, spricht SCRIPTURE bei i nur vom "Täuschungsbetrag", und bei s vom "Grössenunterschied". Da er sich ganz auf die Arbeit von SEASHORE stützt, nehmen wir an, dass er die beiden Begriffe im gleichen Sinne verwendet, in dem sie bei SEASHORE gebraucht werden.

Wir gehen in der folgenden Analyse davon aus, dass der "Täuschungsbetrag" definiert ist, als die Gewichtsdifferenz der als aequivalent empfundenen Zylinder A und B: $i = G_B - G_A$

Ferner nehmen wir an, dass mit "Grössenunterschied" die Differenz der Durchmesser A und B gemeint ist: $s = ó\,A - ó\,B$

Den konstanten ó B bezeichnet er mit c. Folglich ist $s = ó\,A - c$; oder $s + c = ó\,A$. Damit lautet die Gleichung:

$$i = \frac{k}{ó\,A} - d$$

Um den Wert k zu errechnen, formen wir die Gleichung nach k um: $k = ó\,A\,(i + d)$. $i = G_B - G_A$. Da $d = G_A$ ist, ist $i + d = G_B$. Folglich ist $k = G_B \times ó\,A$.

In Tabelle 8 geben wir für jeden empirischen Wert den Betrag der Grösse k an. Wie man sieht, erweist sich k nicht als konstant, sondern verändert sich in systematischer Weise. Das würde SCRIPTURE vermutlich auf die z - Werte zurückführen. Leider hat er die Funktion, nach der sich die z - Werte richten, nie veröffentlicht. Da die Abweichungen der empirischen Werte sehr beträchtlich sind, ist seine Formel ohne Kenntnis dieser Funktion nicht zu benutzen.

Tabelle 8 (Berechnung der Grösse k aus den empirischen Werten des Versuches von SEASHORE)

G_B (g)	ó A (mm)	$k = G_B \times ó\,A$
110,2	20,0	2204,00
103,8	22,0	2283,60
98,2	24,2	2376,44
94,4	26,6	2511,04
94,0	29,3	2754,20
89,2	32,2	3162,04
86,3	35,4	3055,02
85,4	39,0	3330,21
83,8	42,9	3595,02
80,4	47,2	3794,88
75,6	51,9	3923,64
71,6	57,1	4088,36
69,0	62,8	4333,20
65,8	69,1	4546,78
64,2	76,0	4879,20
61,2	83,6	5116,32
58,6	91,9	5385,34

b) HUANG (1945 b)

i. Einleitung

Nachdem sich die Formel von SCRIPTURE als wenig brauchbar erwiesen hat, soll im Folgenden auf die Arbeit von HUANG näher eingegangen werden, deren eigentliches Anliegen in einem Ausbau der Theorie von THOULESS (1931 b) bestand. Dies wird jedoch erst im abschliessenden theoretischen Kapitel diskutiert werden. Was hier interessiert, sind die Experimente, in deren Verlauf HUANG eine Funktionsgleichung aufstellte, die sich auch den Werten von SEASHORE gut anpassen lässt.

ii. Erster HUANG-Versuch

Die Versuchsanordnung bestand aus nickelplattierten Messingzylindern, deren Durchmesser gleich den Höhen ($\phi = h$) waren. Wie bei SEASHORE unterschieden sich die S bei konstantem Gewicht im Volumen, während die V bei konstantem Volumen im Gewicht verändert waren.

Die S wogen 240 g und besassen folgende Maße:
$\phi = h = 5, 6, 7, 8$ Zentimeter.
Die V unterschieden sich in ihrem Gewicht gemäss einer arithmetischen Reihe mit einem stetigen Zuwachs von 16 Gramm. (Leider sind die Minimal- und Maximalgewichte der Zylinder nicht angegeben worden.) Ihr $\phi = h$ war 3,8 Zentimeter. Die Versuche wurden mit 35 Vpn im Grenzverfahren durchgeführt, wobei die Gewichte in jeweils zwei Auf- und Abstiegen bei wechselnder Raumlage verglichen wurden.

Die Ergebnisse führen wir in Tabelle 9 auf.

Tabelle 9 (Ergebnisse des ersten HUANG-Versuches S > V)

S: Gewicht konstant 240 g; Volumen variabel
V: Gewicht variabel Volumen konstant 43,1 cm^3 (ϕ = h = 3,8 cm)

S	S	V
ϕ = h (cm)	Vol. (cm^3)	Gewicht der V, die den jew. S gleich empfunden wurden (g)
5	98,2	185,0
6	169,7	159,9
7	269,4	138,4
8	402,1	119,6

iii. Die HUANG-Gleichung

Um eine Funktionsgleichung zu finden, die sich den empirischen Werten anpasst, brachte HUANG die Volumina wie auch die Gewichte der gleich schwer empfundenen Körper zueinander in Beziehung. Abweichend von SEASHORE drückte er Volumen- und Gewichtsunterschiede als Quotienten aus und stellte fest, dass sich die Logarithmen dieser Quotienten (Tabelle 10) als Gerade abbilden lassen, und zwar als eine Gerade, die durch den Nullpunkt geht (Abb. 2). Demnach musste also

$\log \left(\frac{G_1}{G_2}\right) = k \log \left(\frac{Vol_1}{Vol_2}\right)$ sein oder anders ausgedrückt:

$\frac{G_1}{G_2} = \left(\frac{Vol_1}{Vol_2}\right)^k$, wobei G_1, G_2 die Gewichte und Vol_1, Vol_2 die Volumina der verglichenen Körper sind. k ist eine Konstante, über die HUANG nichts weiteres ausführt.

Als V_1 ist stets das grössere Volumen zu wählen, da bei $Vol_1 < Vol_2$ die Ergebnisse nur Zahlenwerte zwischen 0 und 1 einnehmen könnten, was den Vergleich mit Ergebnissen für $Vol_1 > Vol_2$ erschwerte. Die Gültigkeit dieser Gleichung behauptet HUANG für alle empirischen Werte, die unter seinen experimentellen Bedingungen gewonnen wurden.

Tabelle 10 (Erster HUANG-Versuch)

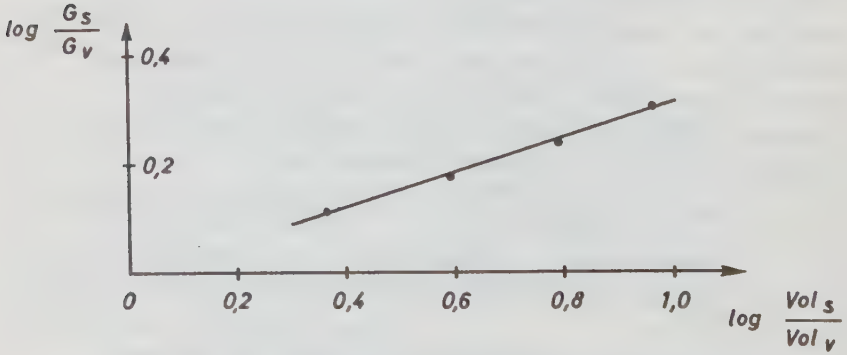
$\frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\frac{G_S}{G_V}$	$\log \frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\log \frac{G_S}{G_V}$
2,2784	1,2972	0,3576	0,1129
3,9373	1,5009	0,5952	0,1764
6,2505	1,7341	0,7959	0,2390
9,3294	2,0066	0,9698	0,3025

Regressionsgrade+: $y = 0{,}3076\ x - 0{,}0013$

P_1: (0,3 / 0,0936)

P_2: (0,9 / 0,2781)

Abbildung 2 (Ergebnisse des ersten HUANG-Versuchs S > V)



+ Wenn ohne weiteren Zusatz von Regressionsgeraden gesprochen wird, sind diese nach der Methode der geringsten quadaratischen Abweichung gewonnen worden.

Bevor wir näher auf die Gleichung eingehen, scheint es uns notwendig, das abzugrenzen, was HUANG als spezifisch für seine experimentellen Bedingungen versteht. Da er sich darüber jeglicher Aussage enthält, werden wir im Folgenden wenigstens den Minimalbereich abstecken, in dem die Gleichung auf jeden Fall gültig sein muss, um gültig zu sein.

(1) Der Volumenbereich

HUANG verwendete nur Körper, die mit einer Hand umfasst werden konnten. Da die haptische Perzeption des Volumens einen wesentlichen Einfluss auf den V-G-E ausübt, muss der Gültigkeitsanspruch der Gleichung vorerst auf diesen Volumenbereich beschränkt werden.

(2) Der Gewichtsbereich

Durch obige Einschränkung wird auch der Gewichtsbereich betroffen. Die Gewichte müssen selbst von einer Frau ohne grosse Mühe mit einer Hand gehoben werden können.

(3) Form und Farbe

Die verglichenen Körper dürfen nicht von unterschiedlicher Form oder Farbe sein, weil die phänomenale Grösse eines Körpers nicht allein vom Volumen, sondern auch von diesen beiden Faktoren abhängt. Deshalb wird der Zahlenwert für k, auch wenn Körper gleicher Form und Farbe verglichen werden, von der jeweiligen Form und Farbe mit abhängig sein, d.h. man wird mit Zylindern einen anderen Wert erhalten, als z.B. mit Würfeln.

(4) Die Vergleichsverfahren
HUANG verwendete das Grenzverfahren. Da aber KOSELEFF zeigen konnte, dass beim Gewichtsvergleich im Herstellungsverfahren und Grenzverfahren kaum Unterschiede auftraten, muss die HUANG-Gleichung auch für im Herstellungsverfahren gewonnene Werte zutreffen.

Unter diesen Einschränkungen muss die HUANG-Gleichung, wenn sie gültig sein soll, folgende Bedingungen erfüllen:

(1) Die Quotienten $\frac{Vol_1}{Vol_2}$ und $\frac{G_1}{G_2}$ müssen sich logarithmisch aufgetragen, einer Geraden anpassen, die durch den Nullpunkt geht und die Steigung k hat.

(2) Dies bedeutet, dass das Verhältnis G_1 zu G_2 konstant bleiben muss, wenn das Verhältnis Vol_1 zu Vol_2 konstant gehalten wird.

(3) Die einmal gefundene quantitative Fassung muss für alle experimentellen Ergebnisse Gültigkeit besitzen, unabhängig von der Zahl der gebotenen Reize und unabhängig vom Gewichts- oder Volumenbereich, in dem die Versuche durchgeführt wurden.

Wie Abbildung 2 zeigt, passen sich die logarithmierten Ergebnisse des ersten Versuches sehr gut an eine Regressionsgerade mit der Gleichung $Y = 0{,}3076\ x - 0{,}0013$ an. Diese Gerade geht nur um einen minimalen Betrag am Nullpunkt vorbei. Allerdings ist eine empirische Basis von vier Werten zu gering, um dies schon als ausreichenden Beweis für die Gültigkeit der Gleichung ansehen zu können.

Wir werden deshalb die Gleichung noch an weiterem zur Verfügung stehenden empirischen Material überprüfen, und zwar an einem zweiten Versuch von HUANG und an dem schon referierten Versuch von SEASHORE.

iiii. Zweiter HUANG-Versuch

Die Anordnung des zweiten Versuches enthielt gegenüber der des ersten Versuches einige Abänderungen. Den vier schon vorhandenen S (ø = h = 5, 6, 7, 8 cm) wurde noch ein fünftes hinzugefügt (ø = h = 4 cm). Das Gewicht der S war konstant 217 g (1.Vers.240 g)

Die V hatten wieder ø = h = 3,8 Zentimeter. Ihr Gewicht wurde aber diesmal in einer arithmetischen Reihe mit einem stetigen Zuwachs von nur 8 g (1. Versuch 16 g) variiert.

Die Ergebnisse führen wir in Tabelle 11 auf. Wie Abbildung 3 zeigt, passen sich die logarithmierten Ergebnisse sehr gut der knapp am Nullpunkt vorbeigehenden Regressionsgeraden $y = 0{,}2662\ x + 0{,}0122$ an (Bedingung 1).

Nach Bedingung 3 darf die Regressionsgerade des ersten Versuches $y = 0{,}3076\ x - 0{,}0013$ nur durch Zufallsschwankungen von der des zweiten Versuches, $y = 0{,}2662\ x + 0{,}0122$ abweichen. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = 5\%$ festgesetzt.
Die Überprüfung ergab bei 5 Freiheitsgraden einen t - Wert von 1,7. Dem entspricht eine Wahrscheinlichkeit von $\alpha = 15\%$. Die Abweichung kann also als zufallsbedingt angesehen werden.

Da die Bedingung 2 bei Erfüllung der Bedingung 1, die im vorliegenden Falle tatsächlich erfüllt ist, mitgegeben ist, entsprechen die empirischen Werte des zweiten HUANG-Versuches vollständig den aus der Gleichung abgeleiteten Erwartungen.

Tabelle 11 (Ergebnisse des zweiten HUANG-Versuches S >V)

S: Gewicht konstant 217 g; Volumen variabel
V: Gewicht variabel Volumen konstant 43,1 cm^3
(ϕ = h = 3,8 cm)

S	S	V
ϕ = h (cm)	Vol. (cm^3)	Gew. der V, die den jew. S gleich empf. wurden (g)
4	50,2	202,5
5	98,2	168,8
6	169,7	147,0
7	269,4	128,0
8	402,1	116,5

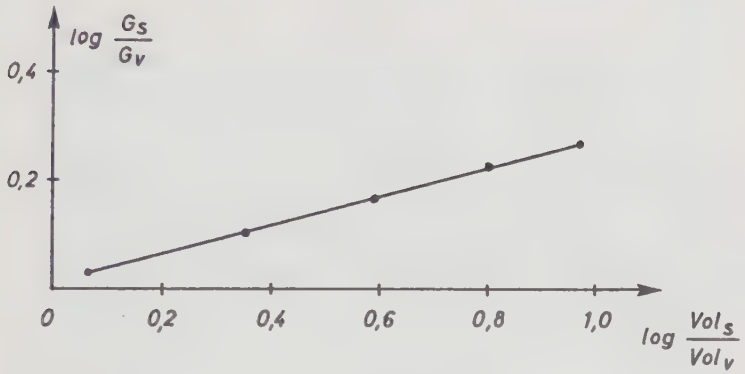
$\frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\frac{G_S}{G_V}$	$\log \frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\log \frac{G_S}{G_V}$
1,1642	1,0716	0,0645	0,0294
2,2784	1,2856	0,3560	0,1072
3,9373	1,4761	0,5944	0,1673
6,2505	1,6953	0,7959	0,2279
9,3294	1,8626	0,9694	0,2695

Regressionsgerade: $y = 0,2662\ x + 0,0122$

P_1: (0,1 / 0,0388)

P_2: (0,9 / 0,2518)

Abbildung 3 (Ergebnisse des zweiten HUANG-Versuches S >V)



iiiii. Die Überprüfung der HUANG-Gleichung an den Ergebnissen des Versuches von SEASHORE (1895)

Der Versuch von SEASHORE, den wir bereits an anderer Stelle (S .24 ff) beschrieben haben, weist einige Eigenarten auf, die ihn für eine Überprüfung der HUANG-Gleichung besonders geeignet erscheinen lassen. Er gibt nämlich im Verlaufe einer Serie Ergebnisse sowohl für S > V als auch für S < V. Während das Volumen der V (Serie B) konstant 50,33 cm^3 (ø = 42,9 mm) war, bewegten sich die Volumina der S (Serie A) in einem Bereich von 10,99 cm^3 (ø = 20,0 mm) bis zu 231,56 cm^3 (ø =91,9). Wir werden die Einzelwerte in zwei Gruppen nach S > V und S < V zusammenfassen.

Für jede dieser Gruppen werden wir die Quotienten $\frac{G_1}{G_2}$ und $\frac{Vol_1}{Vol_2}$ errechnen und prüfen, ob sie sich logarithmiert einer durch den Nullpunkt gehenden Geraden anpassen. Da KOSELEFF für S > V andere Ergebnisse erhielt als für S < V, ist zu vermuten, dass, wenn sich SEASHORE's Ergebnisse für S < V überhaupt einer Geraden anpassen, sich diese Gerade zumindest von der für S > V unterscheidet. Wir werden also mittels eines Signifikanztestes eventuelle Unterschiede zwischen den beiden Geradengleichungen untersuchen.

Die Umrechnung der Ergebnisse geben wir in Tabelle 12 (S > V) und 13 (S < V). Der Wert für S = 61,23 cm^3 lässt sich nicht unter die Formel subsumieren, da hier ein negativer Effekt auftrat, d.h. das V wurde trotz des geringeren Volumens leichter empfunden als das S. Dieser negative Effekt ist jedoch derart gering, dass er vermutlich auf Zufallsschwankungen zurückzuführen ist.

Tabelle 12 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE S > V)

S: Gewicht konstant 80 g; Volumen variabel
V: Gewicht variabel Volumen konstant 50,33 cm^3 (ø = 4,29 cm; h = 3,5 cm)

S		S	V
ø (cm)	h (cm)	Vol. (cm^3)	Gew. der V, die den jew. S gleich empf. wurden (g). (N = 15)
5,19	3,5	73,75	75,6
5,71	3,5	89,25	71,6
6,28	3,5	108,36	69,0
6,91	3,5	130,79	65,8
7,60	3,5	158,69	64,2
8,30	3,5	191,98	61,2
9,19	3,5	231,56	58,6

Tabelle 12 (Fortsetzung)

$\frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\frac{G_S}{G_V}$	$\log \frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\log \frac{G_S}{G_V}$
1,4653	1,0582	0,1658	0,0249
1,7732	1,1173	0,2487	0,0481
2,1529	1,1594	0,3330	0,0641
2,5986	1,2158	0,4148	0,0849
3,1529	1,2461	0,4983	0,0955
3,8144	1,3071	0,5814	0,1163
4,6008	1,3651	0,6629	0,1351

Regressionsgerade: $y = 0,2149\ x - 0,0079$

P_1 : (0,2 / 0,0351)

P_2 : (0,6 / 0,1210)

Tabelle 13 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE S < V)

S: Gewicht konstant 80 g; Volumen variabel

V: Gewicht variabel Volumen konstant 50,33 cm^3 (ó = 4,29 cm; h = 3,5 cm)

S		S	V
ó (cm)	h (cm)	Vol. (cm^3)	Gew. der V, die den jew. S gleich empf. wurden (g).(N = 15)
2,00	3,5	10,99	110,2
2,20	3,5	13,30	103,8
2,42	3,5	16,03	98,2
2,66	3,5	19,46	94,4
2,93	3,5	23,43	94,4
3,22	3,5	28,46	89,2
3,54	3,5	34,40	86,3
3,90	3,5	41,76	85,4
4,29	3,5	50,33	83,8

Tabelle 13 (Fortsetzung)

$\frac{Vol_V}{Vol_S}$	$\frac{G_V}{G_S}$	$\log \frac{Vol_V}{Vol_S}$	$\log \frac{G_V}{G_S}$
4,5796	1,3775	0,6599	0,1367
3,7842	1,2953	0,5775	0,1072
3,1397	1,2275	0,4955	0,0864
2,5863	1,800	0,4116	0,0719
2,1435	1,800	0,3304	0,0719
1,7684	1,1150	0,2455	0,0453
1,4630	1,0787	0,1644	0,0294
1,2052	1,0675	0,0792	0,0253
1,0000	1,0432	0,0000	0,0170

Regressionsgerade: $y = 0{,}1744\ x + 0{,}0082$

P_1: (0,1 / 0,0256)

P_2: (0,6 / 0,1128)

Abbildung 4 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE S > V)

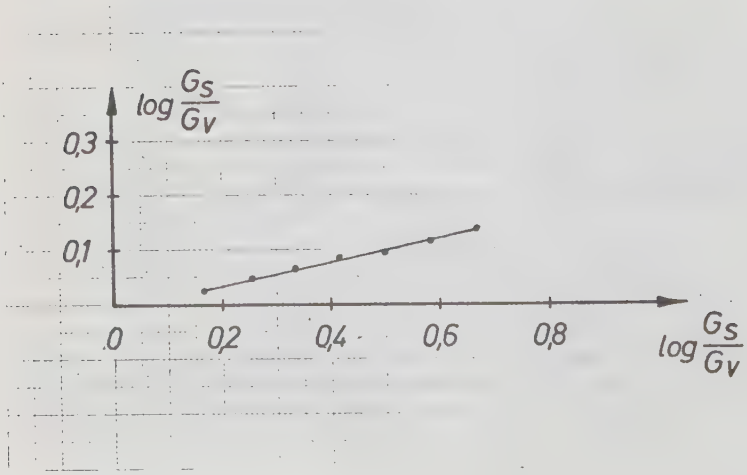
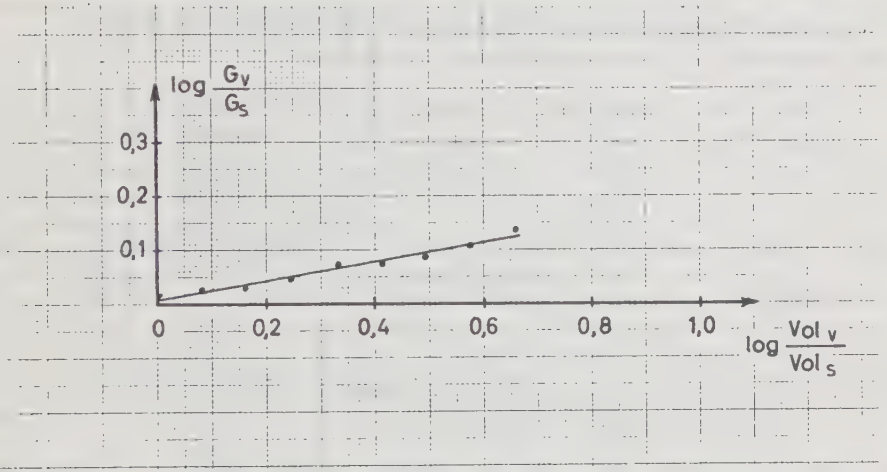


Abbildung 5 (Ergebnisse des Versuches von SEASHORE S < V)



Wie Abbildungen 4 und 5 zeigen, passen sich die logarithmierten Ergebnisse von S >V wie auch von S< V sehr gut einer nahe am Nullpunkt vorbeigehenden Geraden an. Für S > V+ wurde y = 0,2149 x - 0,0079, für S< V y = 0,1744 x + 0,0082 errechnet. Die Prüfung der Differenz ergab bei 12 Freiheitsgraden einen t - Wert von 1,4. Dem entspricht eine Wahrscheinlichkeit von α = 15%. Der Unterschied kann also als zufällig angesehen werden.

Um allerdings festzustellen, ob dieses Ergebnis tatsächlich mit dem von KOSELEFF im Widerspruch steht, bedarf es noch einiger Berechnungen. Wenn nämlich die KOSELEFF-Werte mit der HUANG-Formel verglichen werden sollen, dann müssen jene erst von Differenzen in Quotienten umgewandelt werden, denn nur solche kommen in der HUANG-Gleichung vor.

+ Im Interesse eines Vergleiches sei bemerkt, dass die SEASHORE-Ergebnisse der Anordnung S >V nur zufällig von den HUANG-Werten verschieden sind.

KOSELEFF verwendete Gewichte aller drei Volumengrößen sowohl als S wie auch als V. Würde die HUANG-Gleichung sowohl für $Vol_S > Vol_V$ wie für $Vol_V > Vol_S$ gelten,

dann müßte mit $\log \left(\frac{G_S}{G_V} \right) = k \log \left(\frac{Vol_S}{Vol_V} \right)$

wegen .: $\log G_S - \log G_V = k \log Vol_S - \log Vol_V \quad \| (-1)$

.: $\log G_V - \log G_S = k \log Vol_V - \log Vol_S$

auch .: $\log \left(\frac{G_V}{G_S} \right) = k \log \left(\frac{Vol_V}{Vol_S} \right)$ gelten. D.h. .: k müßte gleich bleiben, wenn an die Stelle von Vol_S Vol_V, und an die Stelle von G_S G_V träte. Wenn aber k gleich bliebe (was aus der HUANG-Gleichung folgt, müßte mit

Ersatz von $\frac{Vol_V}{Vol_S}$ für $\frac{Vol_S}{Vol_V}$ auch $\frac{G_V}{G_S}$ zu $\frac{G_S}{G_V}$ werden.

Dies ist jedoch bei KOSELEFF, wie wir nach Umrechnung seiner Werte feststellten, durchweg nicht der Fall. (Bemerkenswert ist allerdings, daß seine Ergebnisse für S > V mit der HUANG-Gleichung vereinbar sind.)

iiiiii. Zusammenfassung

Die Überprüfung der HUANG-Gleichung an dem uns zur Verfügung stehenden empirischen Material ergab einen Widerspruch. Während bei Subsumierung der SEASHORE-Ergebnisse unter die HUANG-Gleichung für S > V gegenüber S < V keine Differenzen auftraten, unterschieden sich die nach HUANG umgerechneten Ergebnisse des KOSELEFF Versuches für S > V von denen für S < V. Auf Grund unseres

bisherigen Wissens sind wir nicht in der Lage, diesen Widerspruch aufzulösen. Wir werden bei unseren eigenen Experimenten näher darauf eingehen müssen.

Die empirische Überprüfung hat jedoch sicher gezeigt, dass die HUANG-Gleichung für Ergebnisse, die mit Versuchsanordnungen gewonnen wurden, bei denen die Standardgewichte ein grösseres Volumen besassen als die Vergleichsgewichte, zumindest im Rahmen der von uns gemachten Einschränkungen gültig ist.

C. Experimenteller Teil

I. Einleitung

Wenn zwei Körper bei gleichem Gewicht von verschiedenem Volumen sind, so wird der kleinere als schwerer empfunden. Diesen von CHARPENTIER 1891 zum ersten Male beschriebenen Tatbestand bezeichneten wir als Volumen-Gewichts-Effekt (V-G-E). CHARPENTIER hatte damit auf die erstaunliche Tatsache aufmerksam gemacht, dass das phänomenale Gewicht eines Körpers unter bestimmten Umständen nicht allein von seinem physikalischen Gewicht, sondern auch von seinem Volumen abhängt.

Seither wurde in zahlreichen Experimenten die Gesetzmässigkeit gesucht, die dieser Abhängigkeit zu Grunde liegt. Zu diesem Zwecke benötigte man eine Reihe von Meßdaten, die bei systematischer Variation des Volumens unter Konstanthaltung des Gewichtes gewonnen wurden.

Die dabei verwendeten Versuchsanordnungen sind dem Vorgehen einer Marktfrau ähnlich, die das Gewicht einiger Obsttüten feststellen will. Sie vergleicht mit Hilfe einer Waage jede Tüte mit einem Satz von Objekten, deren Gewicht bekannt ist. (Daß dieses auch genormt ist, spielt in diesem Zusammenhang keine Rolle.) Das setzt sie so lange fort, bis sie jeder Tüte ein Objekt bekannten Gewichts als gleich schwer zuordnen kann.

Das Vorgehen des Psychologen weist nur geringe Unterschiede auf. Da ihn nicht das physikalische, sondern das phänomenale Gewicht seiner Gegenstände interessiert, ersetzt er die Waage durch Versuchspersonen.

Er kann auch nicht, wie die Marktfrau, auf einen Satz genormter Gewichte zurückgreifen. Deshalb schafft er sich seinen "Maßstab" selbst. Wenn er z.B. das phänomenale Gewicht von Würfeln unterschiedlichen Volumens messen will, stellt er einen Satz Würfel her, die bei gleicher Kantenlänge unterschiedlich im Gewicht sind. Um es möglichst einfach zu haben, wählt er einen "Maßstab" (Vergleichsgewichte), d.h. Gewichte, mit denen er das, was "gewogen" werden soll, vergleichen kann.

Nachdem er über eine "Waage" (nämlich seine Versuchspersonen) verfügt und mit seinem Satz Vergleichsgewichten auch einen "Maßstab" besitzt, fehlt nur noch das, was gewogen werden soll (Standardgewichte). Da ihn der Einfluss der Volumenunterschiede auf das Gewichtsempfinden beschäftigt, sind seine Standardgewichte Würfel mit, bei gleichem Gewicht, unterschiedlicher Kantenlänge. Aus Gründen der Ökonomie bevorzugt er auch hier eine Skala mit gleichen Abständen.

Nun lässt er von seinen Versuchspersonen den Standardgewichten die Vergleichsgewichte zuordnen, die als gleich schwer empfunden werden. Nach Abschluss seines Versuches kennt er von jedem Standardgewicht das phänomenale Gewicht, gemessen am "Maßstab" der Vergleichsgewichte, (genau wie die Marktfrau das Gewicht des Obstes nur in Bezug auf ihre Vergleichsgewichte kennt.)

Er verfügt jetzt über eine Reihe experimenteller Meßdaten. Er weiss z.B., dass das Standardgewicht mit

der Kantenlänge A gleich schwer wie das Vergleichsgewicht 100 g empfunden wurde, B gleich 132 g usw. Es bleibt nur noch die Regelmässigkeit aufzufinden, die den Daten zu Grunde liegt, und man weiss dann endlich, dass ein Volumenunterschied von a Kubikzentimetern phänomenal einen Gewichtsunterschied von b Gramm bewirkt. (Zumindest weiss man es für Körper einer bestimmten Form und Farbe, die mit einem bestimmten Vergleichsverfahren innerhalb bestimmter empirischer Grenzen untersucht wurden.)

II. Anlage des Versuches und Versuchsgerät

Die Versuche von SEASHORE (1895) und HUANG (1945 b) sind in der eben skizzierten Weise durchgeführt worden. Man maß Standardgewichte, die bei konstantem Gewicht im Volumen variiert waren, an einem "Maßstab" aus Vergleichsgewichten, die alle das gleiche Volumen besaßen, jedoch im Gewicht verändert waren.

Unser Vorgehen war im Grunde das gleiche. Der einzige Unterschied bestand darin, dass auch das Gewicht der Standardgewichte systematisch variiert wurde. Dadurch konnte jedes Gewicht sowohl als Standard- wie auch als Vergleichsgewicht verwendet werden.

Wir stellten drei Serien (A, B und C) von je 22 Würfeln her. Die Serien unterschieden sich voneinander allein in den Kantenlängen der Würfel:

Serie A:	8	cm
Serie B:	6,5	cm
Serie C:	5	cm

Die Würfel innerhalb einer Serie unterschieden sich allein im Gewicht. Der leichteste wog 80 g, der nächstschwerere 100 g usw. Der schwerste wog 500 g. Das Gewicht änderte sich also in einer arithmetischen Reihe von 80 g bis 500 g mit einem stetigen Zuwachs von 20 g. (Tabelle 14) Die Gewichte waren auf $\pm$ 2 g genau ausgewogen.

Jedes Gewicht einer Serie konnte ein zweifacher Weise verwendet werden:

(1) Als Standardgewicht, dessen phänomenales Gewicht am "Maßstab" der zwei anderen Serien gemessen wurde.

(2) Als Vergleichsgewicht und damit Glied eines "Maßstabes", an dem die Standardgewichte aus den beiden anderen Serien gemessen wurden.

Wir führten also für jeden Volumenunterschied auf jeder Gewichtsstufe zwei Messungen durch, eine in der Anordnung $S < V$ und eine mit $S > V$.

Tabelle 14 (Kantenlänge und Gewicht der in unserem Versuch verwendeten Würfel)

Serie A Kantenlänge 8 cm	Serie B Kantenlänge 6,5 cm	Serie C Kantenlänge 5 cm
Gewicht in Gramm	Gewicht in Gramm	Gewicht in Gramm
80	80	80
100	100	100
120	120	120
140	140	140
160	160	160
180	180	180
200	200	200
220	220	220
240	240	240
260	260	260
280	280	280
300	300	300
320	320	320
340	340	340
360	360	360
380	380	380
400	400	400
420	420	420
440	440	440
460	460	460
480	480	480
500	500	500

Wir erhielten damit über den gesamten Gewichtsbereich sechs Datenreihen, von denen je drei zueinander symmetrisch sind (Tabelle 15).

Tabelle 15 (Anordnung unserer Versuchsreihen)

Vers. Nr.	Standardgewichte		Vergleichsgewichte		S : V
	Serie	Kantenl.(cm)	Serie	Kantenl.(cm)	
1 a	B	6,5	A	8	S < V
1 b	A	8	B	6,5	S > V
2 a	C	5	B	6,5	S < V
2 b	B	6,5	C	5	S > V
3 a	C	5	A	8	S < V
3 b	A	8	C	5	S > V

Die Wahl von Würfeln hatte den Vorteil, dass hier die Angabe des Volumens auch psychologisch sinnvoll war. Ein Zylinder von 500 cm^3 Inhalt kann lang und dünn, aber auch kurz und dick sein. Je nach der Proportion von Höhe und Durchmesser wird er verschieden gross aussehen. Da aber beim V-G-E der phänomenale und nicht der physikalische Volumenunterschied eine Rolle spielt, ist eine Volumenangabe psychologisch nur bei Würfeln oder Kugeln bedeutsam.

Die Würfel wurden aus 0,4 mm starkem Bronzeblech hergestellt, das, um eine einheitliche Färbung zu gewährleisten, matt schwarz lackiert wurde. Besondere Vorsicht schien uns beim Einlegen der Gewichte angebracht. Schon FECHNER (1889, S. 97) hatte feststellen müssen, dass Körper trotz gleichen physikalischen Gewichtes in Abhängigkeit von der Lage des Schwerpunktes unterschiedlich schwer erscheinen.

Da der Eindruck hervorgerufen werden sollte, die Würfel seien mit einer homogenen Masse gefüllt, wurden die Gewichte so eingesetzt, dass ihr Schwerpunkt möglichst genau in der Mitte der Würfel lag.

Wir kauften einige Platten eines schaumstoffartigen Materials (Styropor), das gewöhnlich zur Geräuschisolierung verwendet wird. Es ist sehr leicht und etwas elastisch. Die Platten wurden in Quadrate mit den Kantenlängen 5; 6,5 und 8 cm zersägt. Ausserdem besorgten wir uns ein dünnes Bleiblech, das wir ebenfalls in Quadrate mit diesen Ausmaßen zuschnitten.

Wir füllten nun die Würfel, die nur noch an einer Seite offen waren, bis knapp zur Mitte mit Styropor. Dann legten wir, je nachdem welches Gewicht wir herstellten wollten, einige quadratische Bleibleche ein und füllten den restlichen Hohlraum mit Styroporscheiben bis etwas über den oberen Rand. Anschliessend wurde der Deckel unter Druck aufgelötet, so dass die Bleibleche fest fixiert waren. Da die Styroporplatten in den Stärken 1 cm und 0,5 cm angeboten wurden, war es immer möglich, die Bleilage genau in die Mitte des Würfels zu bringen, selbst wenn sehr viel Blei eingelegt werden musste. (Der 500 g Würfel mit der Kantenlänge 5 cm ist nahezu vollkommen mit Blei gefüllt.)

III. Vorüberlegungen und Vorversuche zur Methode

Bevor man mit einem Versuch beginnt, sollte man sich über die Methoden klar sein, die man verwenden will. Das Ziel unserer Experimente war die Messung des V-G-E über einen weiten Gewichtsbereich.

Dabei wurde das phänomenale Gewicht der Standardgewichte am "Maßstab" der Vergleichsgewichte gemessen. Die Vpn mussten jedem Standardgewicht das Vergleichsgewicht zuordnen, das sie als gleich schwer empfanden. Es wurde also bei jedem Meßvorgang der Punkt der subjektiven Gleichheit (PSG) zwischen S und V gesucht. Der Zweck unserer Überlegungen war es demnach, die unserer Versuchsanordnung am besten angepasste Methode zur Bestimmung des PSG zu finden.

1. Das Vergleichsverfahren

Für den paarweisen Vergleich, wie wir ihn durchzuführen beabsichtigten, bieten sich drei klassische Verfahren an, nämlich Herstellungs-, Grenz- und Konstanzverfahren.

a) Das Herstellungsverfahren

Die Vp stellt selbst die phänomenale Gleichheit zwischen Standard- und Vergleichsreiz her.

Beispiel: Beim Helligkeitsvergleich werden der Vp zwei erleuchtete Mattglasscheiben (A und B) geboten. In Reichweite der Vp ist ein Hebel angebracht, mit dem sie die Helligkeit der Scheibe A variieren kann. Die Helligkeit der Scheibe B bleibt während des Messvorganges konstant (Standardhelligkeit). Die Vp muss die Helligkeit in A ändern, bis sie der Helligkeit in B anschaulich gleicht.

Für einen Gewichtsvergleich mit unserer Anordnung schien dieses Verfahren ungeeignet, da es hier die Konstanz der Versuchsbedingungen gefährdet hätte.

Es wäre kaum möglich gewesen, für das Heben der Gewichte eine bestimmte Bewegungsweise vorzuschreiben, denn die Vpn hätten sich vorbeugen müssen, um entfernter stehende Würfel zu erreichen. Ausserdem wäre das Tempo des Versuches von der Vp bestimmt worden und wäre somit während des Gesamtversuches äusserst unterschiedlich gewesen. Diese Nachteile hätten nicht ohne grösseren Aufwand beseitigt werden können.

b) Das Grenzverfahren

Im Grenzverfahren werden die Vergleichsreize vom Versuchsleiter (VI) in einer regelmässigen Reihenfolge vom schwächsten bis zum stärksten Reiz (aufsteigendes Verfahren) oder umgekehrt (absteigendes Verfahren) geboten.

Beispiel: Beim Helligkeitsvergleich wird die Helligkeit der Scheibe A (Vergleichshelligkeit) vom VI geregelt. Im aufsteigenden Verfahren z.B. beginnt er den Versuch mit dunkler Scheibe, die er langsam heller werden lässt. Die Vp muss ein Zeichen geben, wenn die Scheiben A und B anschaulich gleich hell sind.

Da das aufsteigende Verfahren, sei es durch Erwartung oder Gewöhnung, andere Werte ergibt als das absteigende, wendet man gewöhnlich beide Verfahren an und mittelt das Ergebnis.

c) Das Konstanzverfahren

Der Vp wird eine Serie von Reizpaaren geboten. Sie soll bei jedem Reizpaar urteilen, ob ein jeweils vom Vl bezeichneter Reiz stärker oder schwächer als der andere ist (bzw. gleich).

Beispiel: Beim Helligkeitsvergleich bleibt das Licht B konstant. An A stellt der VI nach Zufallsgesichtspunkten jeweils eine der ihm zur Verfügung stehenden Helligkeitsstufen ein. Vor jeder neuen Einstellung werden die Scheiben verdeckt, so dass die Vp nicht weiss, welches Licht variiert wird. Beim Vergleich muss sie sagen, ob das Licht in Scheibe A im Verhältnis zur Helligkeit in Scheibe B heller oder dunkler ist (bzw. gleich hell)

Bei dieser Art der Darbietung kann keine Einstellung auf eine bestimmte Tendenz der Reizabfolge entstehen. Allerdings scheinen sich beim Grenzverfahren, wenn es alternierend auf- und absteigend durchgeführt wird, die konstanzten Fehler auszugleichen.

Beide Verfahren hätten bei unserer Versuchsanordnung gleich gut verwendet werden können. Wir entschieden uns jedoch für das Konstanzverfahren, da es von einem Grossteil der experimentellen Psychologen als die genaueste psychophysische Methode betrachtet wird. (FRÖBES 1923, S. 470: "Das Grenzverfahren ist deshalb nicht ganz unwissentlich; es treten manche störende Einflüsse ins Spiel, wie Erwartung. Die Konstanzmethode hat den grossen Vorteil, dass sie sich vollständig unwissentlich gestalten lässt."

GUILFORD 1954, S 118: "The constant methods are generally regardes as the most accurate and the most widely applicable of the psychophysical methods".)

2. Teilreihe oder Vollreihe

a) Teilreihe

Der Vp wird jeweils nur der Teil der Vergleichsreize geboten, der um den vermutlichen PSG herum liegt.

Vorteile: Es sind weniger Vergleiche notwendig, um einen PSG zu bestimmen. Da die Zahl der mit einer Vp durchgeführten Vergleiche einen Einfluss auf die Grösse des V-G-E hat, wie noch gezeigt werden soll, ist dieser Vorteil nicht nur aus Gründen der Ökonomie bedeutsam.

Nachteile: Am Ende des Gesamtversuches kann man meist nicht mehr genau bestimmen, welche Vergleichsgewichte jeweils geboten wurden. Damit können Fehler, wie sie durch Serieneffekte entstehen, nicht mehr überblickt werden. Ausserdem kann eine wirklich zufällige Darbietung der Seriengewichte kaum eingehalten werden.

b) Die Vollreihe

Der Vp wird jeweils die gesamte Serie der Vergleichsreize geboten.

Wir entschieden uns für die Vollreihe, da nur dadurch wirklich exakte und vor allem auch reproduzierbare Versuchsbedingungen gegeben sind. Ausserdem war die Zahl der in unserem Gesamtversuch notwendigen Vergleiche auch bei Teilreihendarbietung so gross, dass eine wesentliche Übungszunahme durch Vollreihendarbietung kaum noch zu erwarten war.

3. Sukzessiver oder simultaner Vergleich.

In den vorliegenden Untersuchungen zum V-G-E ist, meist ohne besondere Begründung, abwechselnd die eine oder die andere Methode (simultan oder sukzessiv) angewendet worden. Es wurden auch bedenkenlos die auf unterschiedliche Weise gewonnenen Ergebnisse miteinander verglichen. Wenn wir einen Vorversuch (S. 59) zu dieser Frage durchführten, ging es uns nicht darum, die Überlegenheit eines der beiden Verfahren zu beweisen, denn beide haben ihre Fehler. Das spielte bei der Vergleichbarkeit unserer Ergebnisse untereinander keine Rolle, da wir uns für den Gesamtversuch auf einen bestimmten Modus festlegen mussten. Wir wollten jedoch klären, inwieweit unsere Ergebnisse verallgemeinert werden können.

a) Sukzessivvergleich

Die Vp vergleicht die Gewichte mit einer Hand. Sie nimmt in der Regel zuerst das Standardgewicht auf, dann setzt sie es ab und hebt das Vergleichsgewicht an. Anschliessend urteilt sie. Der Vergleich kann mit der rechten oder mit der linken Hand durchgeführt werden.

Hauptfehlerquelle: Der Zeitfehler

(Zwischen dem Anheben des ersten und des zweiten Gewichtes vergeht etwas Zeit. Die Vp vergleicht also den "frischen" Eindruck vom zweiten Gewicht mit der "Erinnerung" an das erste Gewicht.)

b) Simultanvergleich

Die Vp nimmt gleichzeitig mit der rechten das eine und mit der linken Hand das andere Gewicht auf und vergleicht sie. Dabei kann sie das Standardgewicht entweder in der rechten oder in der linken Hand halten.

Hauptfehlerquelle: Der Raumfehler
(Die Empfindlichkeit der doppelt vorhandenen Organe ist unterschiedlich.)
Die Frage, ob durch die verschiedenen Vergleichsweisen beim Gewichtsvergleich Unterschiede auftreten, wurde in einem Vorversuch geklärt (S. 59).

4. Die Handhaltung der Versuchspersonen

Man kann die Vp nach den Gewichten greifen lassen, man kann sie ihr aber auch auf die flache Hand legen. Da unsere grossen Würfel 8 cm Kantenlänge haben, ist es, zumindest für eine Frau, unmöglich, sie mit einer Hand zu umgreifen. Die andere Möglichkeit besteht darin, von oben nach den Würfeln zu greifen. Die Hand ist dabei zu einer Zange geöffnet, deren eine Backe vom Daumen, die andere von Zeige- und Mittelfinger gebildet werden.

Im Vorversuch (S. 59) wurde geklärt, ob die verschiedenen Handhaltungen beim Heben der Gewichte, nämlich mit der flachen Hand oder mit den Fingerspitzen, auf das Ergebnis einen Einfluss haben.

5. Vorversuch zur Klärung der Fragen 3 und 4

Der Vorversuch wurde mit 10 Vpn (N = 10, verbundene Stichprobe) im Konstanzverfahren durchgeführt. Die Vpn (alle Rechtshänder) mussten das Gewichtsverhältnis von Standard- und Vergleichsgewicht in drei Kategorien beurteilen ("leichter", "gleich schwer" und "schwerer"). Als Standardgewicht wählten wir einen Würfel mit 5 cm Kantenlänge und einem Gewicht von 220 g. Als Vergleichsgewichte diente Serie A (8 cm Kantenlänge). Die Messung wurde in acht Variationen unternommen (Tabelle 16). Um der Gefahr vorzubeugen, dass die verschiedenen Verfahren sich gegenseitig beeinflussten oder dass Übungserscheinungen das Ergebnis verfälschten, wurde die Reihenfolge nach Zufall variiert.

Aus den Werten für den PSG (Tabelle 16) kann man ersehen, dass die verschiedenen Verfahren nur wenig unterschiedliche Werte ergaben. Selbst die grösste Differenz in den Ergebnissen überschreitet nicht die Grösse eines Stufenabstandes der Gewichtsserie (20 g). Dennoch prüften wir einige möglicherweise bedeutsame Unterschiede mit dem WILCOXON-Test für Paardifferenzen, indem wir jeweils die arithmetischen Mittelwerte aus mehreren in Frage kommenden Datenreihen verwendeten. Das Signifikanzniveau setzten wir auf 5% fest (Tabelle 17).

Keiner der Unterschiede war auf dem 5% Niveau signifikant. Wir konnten uns also nach reinen Nützlichkeitserwägungen zwischen den in Tabelle 16 aufgezählten Methodenvariationen entscheiden, und unsere Ergebnisse sind mit allen nach diesen Modi im Konstanzverfahren gewonnenen Daten vergleichbar.

Tabelle 16 (Die im Vorversuch überprüften Arten der Reizdarbietung)

Vers. Nr.	Arten der Reizdarbietung			PSG
I a	simultan	Handfläche	S rechts	319
I b	simultan	Handfläche	S links	319
II a	simultan	Fingersp.	S rechts	314
II b	simultan	Fingersp.	S links	312
III a	sukzess.	Handfläche	r.Hand	307
III b	sukzess.	Handfläche	l.Hand	303
IV a	sukzess.	Fingersp.	r.Hand	300
IV b	sukzess.	Fingersp.	l.Hand	312

Tabelle 17 (Statistische Prüfung einiger Ergebnisse des Vorversuches)

Für N = 10 und α = 0,05 ist ein Höchstwert von T = 8 (zweiseitig) vorgeschrieben.

	PSG	Folg. Methodenv. wurden jeweils zusammengefaßt	T	Auf dem 5% Niveau
simultan	317	I a, I b, II a, II b	27	nicht signifikant
sukzess.	304	III a, III b, IV a, IV b		
sukzess. r. Hand	297	III a, IV a	18	nicht signifikant
sukzess. l. Hand	311	III b, IV b		
flache H.	311	I a, I b, III a, III b	24	nicht signifikant
Fingersp.	310	II a, II b, IV a, IV b		

6. Kategorien und Rechenmethoden zur Bestimmung des Punktes der subjektiven Gleichheit (PSG)

Wenn man den PSG bestimmen will, ist es naheliegend, der Vp zur Beurteilung der Vergleichsgewichte drei Kategorien vorzuschreiben, nämlich: "leichter", "gleich schwer" und "schwerer". Der PSG kann dann als arithmetisches Mittel der "gleich"-Urteile berechnet werden.

CULLER (1926, nach GUILFORD 1954, S. 138) und andere haben die Verwendung von "gleich"-Urteilen kritisiert, da sie allzusehr von der Einstellung der einzelnen Vp abhingen. Diese kann eine grosse Zahl von "gleich"-Urteilen aus Trägheit abgeben, oder aber, weil sie die Gewichte wirklich als gleich empfindet. Andere Vpn hingegen beurteilen nur wenige oder keine Gewichte als gleich schwer. URBAN (1950, nach GUILFORD 1954, S. 139) stellte fest, dass die Grösse des Unsicherheitsbereiches mehr von einer Persönlichkeitskonstante als vom jeweiligen Standardreiz abhängig ist.

Berechnete man in unserem Versuch den PSG als das arithmetische Mittel der "gleich" -Urteile mehrerer Vpn, erhielten diejenigen, die viele solcher Urteile abgegeben haben, einen stärkeren Einfluss auf die Bestimmung des PSG. Um dies zu verhindern, hätten wir ein ungewogenes Mittel aus den Mittelwerten der einzelnen Vpn berechnen müssen. Aber auch diese Lösung erschien wenig befriedigend.

Diesen Schwierigkeiten hätte man dadurch entgehen können, dass man nur "leichter" - und "schwerer" - Urteile zuliess, was jedoch bei unserem Versuch am Widerstand der Vpn scheiterte. Wir entschlossen uns deshalb zu der Kompromißlösung, die "gleich" - Urteile halb den "leichter" - und halb den "schwerer" - Urteilen zuzurechnen. Das ist allerdings nicht ganz korrekt. Wie BROWN (1910, nach GUILFORD 1954, S. 141) feststellte, erhält man einen exakteren Wert, wenn die "gleich" - Urteile jeweils proportional zwischen den "leichter" - und den "schwerer" - Urteilen aufteilt werden (exakt meint hier, dass der PSG bei proportionaler Aufteilung der "gleich" - Urteile dem Werte näher kommt, den man mit derselben Versuchsanordnung bei nur zwei Kategorien erhält). Bei unserem Versuch stand jedoch der Zuwachs an Genauigkeit in keinem Verhältnis zum Zuwachs an Arbeitsaufwand. Die zweifache Berechnung einer Probeserie ergab nahezu identische Werte.

Wir entschlossen uns daher, den PSG nach einer Gleichung zu berechnen, die wir dem "Psychologischen Praktikum" (PAULI & ARNOLD 1954, S. 43/44) entnahmen. Dabei wird der PSG als arithmetisches Mittel von oberem und unterem Schwellenwert bestimmt:

$$PSG = \frac{So + Su}{2}$$

So und Su sind folgendermassen definiert:

$$So = \left(Do = \frac{i}{2} \right) - \frac{\sum gr\ i}{n}$$

Dabei ist:

Do = Wert der höchsten Stufe des veränderlichen Reizes

Σ gr = Summe der "schwerer" - Urteile

i = Stufenabstand des veränderlichen Reizes

$$Su = \left(Du - \frac{i}{2}\right) + \frac{gr \Sigma i}{n}$$

dabei ist:

Du = Wert der tiefsten Stufe des veränderlichen Reizes

Σ kl = Summe der "leichter" - Urteile

7. Verbundene oder Unabhängige Stichprobe

Als letztes war noch die Frage zu klären, ob wir alle Einzelversuche (6 Versuchsreihen) mit den gleichen Vpn durchführen wollten (verbundene Stichprobe), oder ob es nicht vorteilhafter wäre, nach jedem der sechs Versuchsserien die Vpn zu wechseln.

Der Statistiker nimmt eindeutig zu Gunsten der verbundenen Stichprobe Stellung. PFANZAGL (1962, S. 205) schreibt: "Worin liegt nun eigentlich der Vorteil der verbundenen Stichproben, verglichen mit den unabhängigen? Anschaulich gesprochen darin, dass man bei den verbundenen Stichproben viel genauer vergleichen kann, weil die Streuung, die zwischen verschiedenen Versuchstieren besteht, ausgeschaltet ist.".

Neben dem statistischen hatte das Problem aber auch einen psychologischen Aspekt, der wesentlich bedeutsamer war. Wir führten insgesamt sechs Reihen von jeweils 22 Messungen durch.

Bei jeder Messung wurde ein S mit 22 V verglichen. Um 22 Messungen zu erhalten, mussten also 22 x 22 = 484 Vergleiche unternommen werden. Im Gesamtversuch waren es dann 6 x 484 = 2904 Vergleiche. Unabhängige Stichprobe bedeutete damit bei unserem Versuch, dass jede Vp 848 Gewichtsvergleiche, verbundene Stichprobe hingegen, dass sie 2904 Gewichtsvergleiche durchführen musste. Bevor wir uns für eine der beiden Alternativen entscheiden konnten, musste also geklärt werden, welchen Einfluss die Zahl der Wiederholungen des Gewichtsvergleiches bei derselben Vp auf den V-G-E ausübt.

SEASHORE (1895) hat diese Frage ausgiebig untersucht. Er führte mit einer Versuchsanordnung, die schon auf Seite 22 ff beschrieben wurde, einen Dauerversuch durch. 4 Vpn mussten 10 Tage nacheinander täglich zweimal den Gesamtversuch wiederholen. Da er mit dem Herstellungsverfahren arbeitete, kennen wir die Zahl der Vergleiche nicht. Wir wissen jedoch, dass jeder Versuchsgang 17 Messungen ergab. Das sind täglich 34, also insgesamt 340 Messungen. (Unser Gesamtversuch erforderte 132 Messungen.)

In Tabelle 18 bringen wir die Ergebnisse (jeder Messwert ist ein a.M. aus 20 Werten) dieses Dauerversuches zusammen mit denen des Hauptversuches. Während für S $<$ V kaum Abweichungen festzustellen sind, unterscheiden sich die Werte für S $>$ V erheblich. Das überraschende ist aber, dass hier der Effekt bei geübten Vpn stärker aufzutreten scheint.

Tabelle 18 (Ergebnisse des Dauerversuches von SEASHORE im Vergleich mit dem Ergebnis seines Hauptversuches)

S: Gewicht konstant 80 g; Volumen variabel

V: Gewicht variabel Volumen konstant 50,33 cm^3

S Vol. (cm^3)	V (Hauptvers.) Gew. der V, die den jew. S gleich empfunden wurden (g)	V (Dauervers.) Gew.der V, die den jew. S gleich empf. wurden (g)
10,99	110,2	108,9
13,30	103,8	105,3
16,03	98,2	100,9
19,46	94,4	97,3
23,42	94,4	94,4
28,46	89,2	90,8
34,40	86,3	86,7
41,76	85,4	83,1
50,33	83,8	78,5
61,22	80,4	79,0
73,75	75,6	71,1
89,25	71,6	67,4
108,36	69,0	63,1
130,79	65,8	60,9
158,69	64,2	57,0
191,98	61,2	53,6
231,56	58,6	47,4

Nun stellte sich die Frage, ob auch für diese Ergebnisse die HUANG-Gleichung (S. 32 ff) Gültigkeit besitzt. Wäre das der Fall, so könnte man den Übungseffekt in Kauf nehmen, da er sich nur auf die Konstante k auswirken würde.
Zur Subsumierung der Ergebnisse unter die HUANG-Gleichung wurden diese in zwei Gruppen geteilt, je nachdem, ob das Volumen des Standard- oder das der Vergleichsgewichte geringer war. Für beide Hälften wurden die Quotienten

$\frac{Vol_1}{Vol_2}$ und $\frac{G_1}{G_2}$ berechnet (S < V Tabelle 19 und S > V Tabelle 20). Diese logarithmierten wir und errechneten für S < V die Regessionsgleichung y = 0,2017 x + 0,0027 und für S > V y = 0,3140 x - 0,0015.

Tabelle 19 (Ergebnisse des Dauerversuches von SEASHORE für S < V)

S: Gewicht konstant 80 g; Volumen variabel
V: Gewicht variabel Volumen konstant 50,33 cm^3

S Vol. (cm^3)	$\frac{Vol_V}{Vol_S}$	$\frac{G_V}{G_S}$	$\log \frac{Vol_V}{Vol_S}$	$\log \frac{G_V}{G_S}$
10,99	4,5796	1,3617	0,6599	0,1339
13,30	3,7842	1,3165	0,5775	0,1193
16,03	3,1397	1,2693	0,4955	0,1035
19,46	2,5863	1,2160	0,4116	0,0849
23,42	2,1455	1,1800	0,3304	0,0719
28,46	1,7684	1,1361	0,2455	0,0554
34,40	1,4630	1,0832	0,1644	0,0346
41,76	1,2052	1,0389	0,0792	0,0162

Tabelle 20 (Ergebnisse des Dauerversuches von SEASHORE für S > V)

S: Gewicht konstant 80 g; Volumen variabel

V: Gewicht variabel Volumen konstant 50,33 cm^3

S Vol.(cm^3)	$\frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\frac{G_S}{G_V}$	$\frac{Vol_S}{Vol_V}$	$\frac{G_S}{G_V}$
50,33	1,0000	1,0193	0,0000	0,0082
61,22	1,2161	1,0544	0,0849	0,0228
73,75	1,4653	1,1267	0,1658	0,0515
89,29	1,7732	1,1865	0,2487	0,0741
108,36	2,1539	1,2672	0,3330	0,1028
130,79	2,5986	1,3139	0,4148	0,1183
158,69	3,1539	1,4031	0,4983	0,1471
191,98	3,8144	1,4923	0,5814	0,1738
231,56	4,6018	1,6871	0,6629	0,2271

Abbildung 6 (Ergebnisse des Dauerversuches von SEASHORE für S < V)

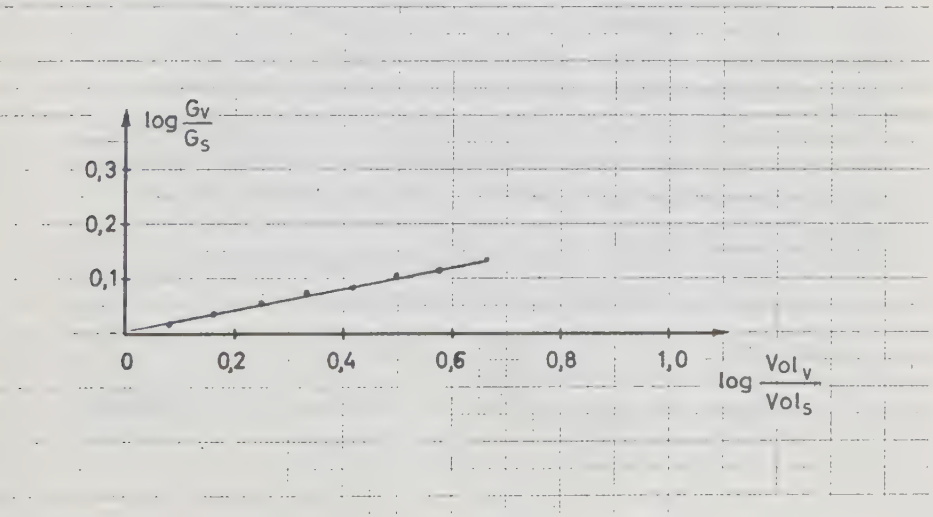
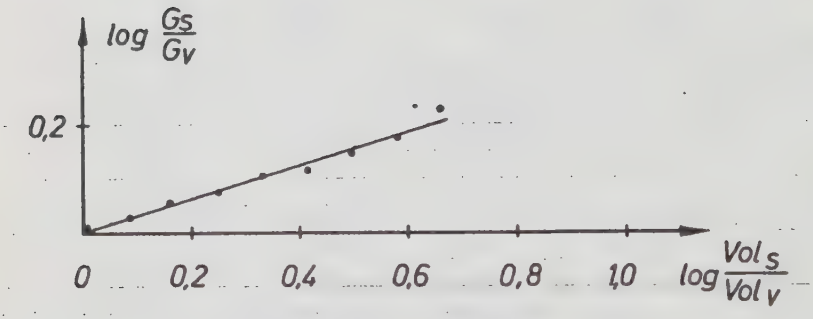


Abbildung 7 (Ergebnisse des Dauerversuches von SEASHORE für S > V)



Wie Abbildung 6 (S < V) und Abbildung 7 (S > V) zeigen, passen sich die empirischen Daten gut an Geraden an, die annähernd durch den Nullpunkt gehen. Damit ist die Gültigkeit der HUANG-Gleichung auch für die Ergebnisse des Dauerversuches erwiesen. In Tabelle 21 werden die Regressionsgleichungen des Dauerversuches gemeinsam mit denen des Hauptversuches aufgeführt. Da der Steigungswinkel der Geraden des Dauerversuches in beiden Fällen grösser ist als der der Geraden des Hauptversuches, scheint die Übung tatsächlich eine Verstärkung des Effektes bewirkt zu haben.

Tabelle 21

S : V	Versuch	Geradengleichung	Steigungsw. α
S < V	Hauptv.	y = 0,1744 x + 0,0082	9,9°
S < V	Dauerv.	y = 0,2017 x + 0,0027	11,4°
S > V	Hauptv.	y = 0,2149 x + 0,0079	12,1°
S > V	Dauerv.	y = 0,3140 x - 0,0015	17,4°

Dieses Ergebnis schien uns jedoch unerwartet genug, um die Übungserscheinungen mit eigenen Vorversuchen nochmals zu untersuchen. Ausserdem wollten wir dabei feststellen, ob die von uns vorgesehene Versuchsdauer von jeweils einer Stunde eine zu grosse Belastung für die Vpn bedeutete.

Wir bestimmten den PSG für S = 8 cm, 220 g zweifach (Konstanzverfahren, sukzessiv, Vollreihenvergleich). Als V wurden die Gewichte der Serie C = 5 cm Kantenlänge verwendet. Zwischen den beiden Messungen wurden mit jeder Vp sieben verschiedene PSG gesucht, bei denen zufällig ausgewählte Gewichte der Serie A = 8 cm als S verwendet wurden. Als Vergleichsreihe diente auch hier die Serie C = 5 cm Kantenlänge. Während das Gewicht 220 g von 8 cm Kantenlänge bei der ersten Messung als gleich schwer mit einem Gewicht 299 g (a.M. für 9 Vpn) von 5 cm Kantenlänge empfunden wurde, fanden es die Vp bei der zweiten Messung nur noch so schwer wie das Gewicht 278 g von 5 cm Kantenlänge. Der Effekt hatte sich also etwas vermindert. Allerdings ist die Verringerung auf der 5% Ebene nicht signifikant.

Obwohl dieses Ergebnis gegen das von SEASHORE spricht, kann es nicht als Widerlegung betrachtet werden, da die Dauer unseres Versuches wesentlich geringer war. Es ist immerhin denkbar, dass bei einem längeren Versuch der Effekt wieder stärker aufgetreten wäre. Auf jeden Fall dürfte es ein interessantes Unterfangen sein, einmal die Veränderung des V-G-E in Abhängigkeit von der Zahl der Vergleiche etwas ausführlicher zu untersuchen.

Da KOSELEFF (1958) die Veränderung des V-G-E bei langandauerndem Versuche darauf zurückgeführt hatte, dass geübte Vpn sich bei ihren Urteilen nicht mehr durch den "objektiven", den im Objekt zu lokalisierenden Schwereeindruck leiten lassen, sondern von ihren "subjektiven" Muskelempfindungen ausgehen, wurden unsere Vpn in dieser Hinsicht befragt. Keiner war überhaupt der Gedanke gekommen, dass es ausser dem "objektiven Eindruck" noch ein anderes Kriterium für ein Gewichtsurteil geben könne. (Nach Beendigung des Gesamtversuches erhielten wir ähnliche Antworten.) Die einstündige Versuchsdauer wurde von den Vpn als durchweg annehmbar und keineswegs ermüdend empfunden.

Trotz einiger Bedenken beschlossen wir, den Gesamtversuch in verbundener Stichprobe durchzuführen. Den Ausschlag zu dieser Entscheidung gaben nicht nur statistische Überlegungen, sondern vor allem auch die Tatsache, dass es nahezu unmöglich war, 60 Vpn für den Versuch zu bekommen. Um jedoch eventuell auftretende Übungserscheinungen zu neutralisieren, sollten mit jeder Vp während jeder Stunde Versuche aus einer anderen Versuchsreihe unternommen werden.

Eine Ausnahme machten wir mit unserer ersten Versuchsreihe (3a; S = 8 cm; V = 5 cm). Sie wurde geschlossen durchgeführt. Das verminderte zwar ihre Vergleichbarkeit mit den übrigen Versuchsreihen, sollte aber wenigstens ein Beispiel eines Versuches bei geringer Übung geben. Darüber hinaus maßen wir zu Beginn und zum Schluss dieser Versuchsreihe den PSG für das Gewicht $A_{220\ g}$.

Am Anfang war der PSG für $A_{220\ g}$ bei $C_{302\ g}$, am Ende bei $C_{249\ g}$. Diese Verminderung des Effektes um 53 g ist auf dem 5% Niveau signifikant (WILCOXON Test für Paarvergleich).
Dieses Ergebnis, das sich auch am Ende des Gesamtversuches bestätigte, steht in Widerspruch zu dem oben erwähnten von SEASHORE. Da sowohl sein Versuch wie auch der unsere mit aller Sorgfalt durchgeführt wurde, muss der Unterschied der Ergebnisse auf einen Unterschied der Versuchsanordnungen zurückzuführen sein.

Tatsächlich sind die beiden Anordnungen in einem wesentlichen Punkte verschieden. Während SEASHORE in seinem Dauerversuch, wie auch im Hauptversuch, Standardgewichte überprüfte, die bei gleichem Gewicht siebzehnfach im Volumen variiert waren, verwendeten wir bei dieser Serie Standardgewichte, die zwar 22 verschiedene Gewichte einnahmen, aber immer dasselbe Volumen besaßen. Vermutlich wirkte die ständige Änderung des Volumenunterschiedes zwischen S und V im SEASHORE-Versuch der Verminderung des Effektes entgegen.

IV. Der Versuch

1. Versuchspersonen (Vpn)

Als Vpn dienten 11 rechtshändige Psychologiestudenten (5 weibl.), die alle im ersten oder zweiten Semester waren. Als Versuchsziel wurde eine Untersuchung zu Problemen der Skalierung angegeben. Ferner wurde eine genaue Auskunft für das Ende des Versuches angekündigt.

2. Versuchsanordnung (Va)

Die Gewichte wurden sukzessiv (rechte Hand) im Konstanzverfahren (Vollreihe) verglichen. Jede Vp leistete insgesamt 30 Versuchsstunden, je eine Stunde an zwei Wochentagen. Während jeder Stunde wurden Versuche aus einer anderen Versuchsreihe durchgeführt (Ausnahme: Vers. Nr. 3 a). Die 22 Messungen, die zu einer Serie gehören, wurden in Zufallsfolge vorgenommen. Auch die 22 V wurden bei jeder Messung in zufälliger Reihe geboten.

Während des Versuches waren ausser der Vp und dem Vl keine weiteren Personen im Raum. Die Vp saß auf einem Drehstuhl mit Lehne vor einem rechteckigen Tisch. Die Höhe des Stuhles war jeweils so eingestellt, dass der Arm der Vp annähernd einen rechten Winkel bildete, wenn sie die Handfläche auf ein Kreuz legte, das vor ihr auf den Karton gezeichnet war, der die ganze Tischplatte bedeckte. Unter dem Karton lag zur Dämpfung der Aufsetzgeräusche 0,5 cm starker Schaumstoff.

Die Vp saß am äusseren Ende der langen Seite des Tisches. Links von ihr war ein etwa 30 cm hoher Schirm aufgestellt, der einen Grossteil der Tischfläche ihren Blicken entzog.

Der Vl hatte seinen Platz der Vp gegenüber. Zu seiner Rechten, für die Vp durch den Schirm verdeckt, standen das jeweilige Standardgewicht, eine der Vergleichsserien und eine Urne mit 22 Losen. Jede Gewichtsserie war durchgehend von 1 - 22 numeriert.

Beim Gewichtsvergleich stellte der Vl zuerst das Standardgewicht mit der numerierten Seite nach unten auf den bezeichneten Platz vor die Vp. Diese ergriff es zwischen Daumen, Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand, hob es an, und setzte es wieder ab. Der Vl nahm es mit der linken Hand und stellte es hinter den Schirm, während der mit der rechten Hand bereits ein Vergleichsgewicht auf das Kreuz vor die Vp setzte. (Der Vl erhielt innerhalb der ca. 50 000 Gewichtsvergleiche, die er während der Vorversuche und des Gesamtversuches durchführen liess, eine derartige Routine, dass die Plazierung der Gewichte mit sekundengenauer Regelmässigkeit erfolgte.) Die Vp hob auch dieses an und beurteilte es schon im Absetzen innerhalb der vorgeschriebenen Kategorien "leichter", "gleich schwer", "schwerer" in Bezug auf das erste Gewicht. Dank den verschiedenen V, die mit den S alternierten, bemerkten die Vp nicht, dass das S während eines Messvorganges unverändert blieb. Der Vl trug ihr Urteil in eine hinter dem Schirm liegende Liste ein, und entnahm dabei mit der anderen Hand aus der Urne ein Los mit der Nummer des nächsten Vergleichsgewichtes.

3. Versuchsanweisung

Die Vpn erhielten folgende Versuchsanweisung:

"Es sollen zwei Gewichte miteinander verglichen werden, die ich jeweils auf den mit dem Kreuz bezeichneten Platz vor Sie stelle. Ergreifen Sie die Gewichte bitte so, wie ich es Ihnen jetzt vormache: Sie sehen, die Hand imitiert hierbei eine Zange, deren eine Backe vom Daumen, die andere von Zeige- und Mittelfinger gebildet werden. Heben Sie jedes Gewicht bitte nur einmal an und setzen Sie es wieder ab. Blicken Sie dabei auf das Gewicht. Urteilen Sie bitte spontan und sagen Sie, ob das zweite Gewicht im Verhältnis zum ersten leichter,schwerer oder gleich schwer ist. Wenn Sie während des Vergleichens unaufmerksam waren und deshalb kein Urteil abgeben können, sagen Sie es bitte". (In diesem Falle wurde das V beiseite gestellt und einige Zeit später erneut geboten.)

Nach beendeter Anweisung wurden einige Probevergleiche unternommen, bis die Vp das Verfahren "in den Griff" bekommen hatte.
Bei früheren Gewichtsversuchen war häufig mit einer Meßlatte die Höhe markiert, bis zu der die Vp die Gewichte heben sollte. Darauf verzichteten wir, da es uns wichtiger war, dass die Vp die Gewichte beim Heben ansah, was schwierig gewesen wäre, wenn sie auf eine Markierung hätte achten müssen. Darüber hinaus sollte die Versuchssituation nicht künstlicher gestaltet werden, als unbedingt notwendig.

4. Ergebnisse

Bei unserer Berechnungsweise (S. 63) kann der PSG zwischen S und V nur für die S berechnet werden, für die wenigstens ein V zur Verfügung stand, das von allen Vpn als leichter, bzw. schwerer als das entsprechende S empfunden wurde.

Da dies bei unserem Versuch an den Grenzen des Gewichtsbereiches nicht der Fall war, geben wir dort keine Werte für den PSG an.

Die Ergebnisse des Würfelversuches führen wir in folgenden Tabellen und Abbildungen auf:

Vers. Nr.	Tabelle	Abbild.	S Kantenl. (cm)	S Kantenl.(cm)
1 a	22 a	8 a	6,5	8,0
1 b	22 b	8 b	8,0	6,5
2 a	23 a	9 a	5,0	6,5
2 b	23 b	9 b	6,5	5,0
3 a	24 a	10 a	5,0	8,0
3 b	24 b	10 b	8,0	5,0

Die Einteilung der Listen ist folgende:

1. Spalte: Physikalisches Gewicht der S in Gramm
2. Spalte: Punkt der subjektiven Gleichzeit (PSG), d.h. Gewicht der V in Gramm, die den jeweiligen S als gleich schwer empfunden wurden. (Mittelwert für 11 Vpn)
3. Spalte: Unterer Schwellenwert (Su), d.h. die Grenze zwischen den Idealbereichen der "leichter" - und der "gleich" - Urteile. (Mittelwert für 11 Vpn.)
4. Spalte: Oberer Schwellenwert (So), d.h. die Grenze zwischen den Idealbereichen der "gleich" - und der "schwerer" - Urteile. (Mittelwert für 11 Vpn.)

In den Abbildungen 8 a bis 10 b werden die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen graphisch dargestellt (Maßeinheit: Gramm), wobei das Gewicht der Standardgewichte auf der Abszisse, das Gewicht der als gleich schwer empfundenen Vergleichsgewichte auf der Ordinate abgetragen wurde. Die Winkelhalbierende ergibt die Werte, die wir erhalten hätten, wenn die physikalisch gleich schweren Gewichte auch gleich empfunden worden wären. Da sich die empirischen Werte einer Geraden anzupassen scheinen, berechneten wir jeweils dieRegressionsgeraden (Tabelle 25) und zeichneten sie in die Abbildungen ein.

Tabelle 22 a (Ergebnis des Versuches 1 a S < V)

Standardgewichte: Serie B (6,5 cm Kantenlänge)
Vergleichsgewichte: Serie A (8,0 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
120	142	117	168
140	157	133	181
160	169	148	190
180	203	184	222
200	222	195	250
220	246	222	270
240	259	235	282
260	261	233	290
280	277	248	306
300	311	282	341
320	304	281	326
340	336	310	362
360	342	315	370
380	367	337	397

Regressionsgerade: $y = 0{,}83\ x + 49$ $\alpha = 39{,}7^{\circ}$

P_1: (120 / 149)

P_2: (380 / 365)

Tabelle 23 a (Ergebnis des Versuches 2 a S < V)

Standardgewichte : Serie C (5 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte: Serie B (6,5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
140	165	141	190
160	175	155	196
180	203	182	224
200	216	184	248
220	239	211	266
240	270	242	297
260	279	251	306
280	302	277	328
300	330	300	359
320	343	319	368
340	351	328	375
360	373	346	401

Regressionsgerade: $y = 0{,}98\ x + 26$ $\alpha = 44{,}5^{\circ}$

P_1 : (140 / 163)

P_2 : (360 / 378)

Tabelle 24 a (Ergebnis des Versuches 3a S < V)

Standardgewichte : Serie C (5cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte : Serie A (8 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
100	162	130	195
120	186	150	222
140	200	159	242
160	218	180	255
180	243	206	281
200	266	230	302
220	294	248	341
240	305	266	344
260	319	277	361
280	351	315	388

Regressionsgerade: $y = 1{,}02\,x + 61$ $\alpha = 45{,}6^{\circ}$

P_1 : (100 / 163)

P_2 : (280 / 346)

Tabelle 22 b (Ergebnis des Versuches 1 b S > V)

Standardgewichte : Serie A (8 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte: Serie B (6,5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
180	153	131	175
200	170	148	192
220	185	162	208
240	203	177	230
260	214	193	235
280	224	200	248
300	242	211	273
320	255	228	282
340	275	251	298
360	286	262	310
380	305	282	328
400	316	295	337
420.	344	311	377
440	356	328	384

Regressionsgerade: $y = 0{,}76\ x + 17$ $\alpha = 37{,}3^{\circ}$

P_1 : (180 / 153)

P_2 : (440 / 351)

Tabelle 23 b (Ergebnis des Versuches 2 b S > V)

Standardgewichte : Serie B (6,5 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte : Serie C (5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
200	169	142	195
220	173	148	199
240	199	170	228
260	205	182	228
280	228	208	248
300	239	215	262
320	260	237	284
340	259	231	286
360	276	246	306
380	292	266	319
400	301	277	326
420	324	293	355
440	344	315	373

Regressionsgerade : $y = 0{,}71\ x + 24$ $\alpha = 35{,}4^{\circ}$

P_1 : (200 / 167)

P_2 : (440 / 337)

Tabelle 24 b (Ergebnis des Versuches 3 b S > V)

Standardgewichte : Serie A (8 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte: Serie C (5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
200	151	133	170
220	164	139	190
240	182	160	204
260	192	162	222
280	211	195	228
300	225	202	248
320	227	202	252
340	242	215	270
360	247	222	272
380	273	251	295
400	270	248	293
420	292	270	315
440	297	271	322
460	338	308	368
480	329	304	353
500	345	313	377

Regressionsgerade: $y = 0{,}63\ x + 29$ $\alpha = 32{,}2^{\circ}$

P_1 :(200 / 154)

P_2 :(460 / 318)

Tabelle 25 (Die aus den Ergebnissen des Hauptversuches berechneten Regressionsgeraden)

Vers. Nr.	Kantenlänge (cm)		Regressionsgerade	α
	S	V		
1 a	6,5	8	y = 0,83 x + 49	$39,7^{\circ}$
2 a	5	6,5	y = 0,98 x + 26	$44,5^{\circ}$
3 a	5	8	y = 1,02 x + 61	$45,6^{\circ}$
1 b	8	6,5	y = 0,76 x + 17	$37,3^{\circ}$
2 b	6,5	5	y = 0,71 x + 24	$35,4^{\circ}$
3 b	8	5	y = 0,63 x + 29	$32,2^{\circ}$

Abbildung 8 a

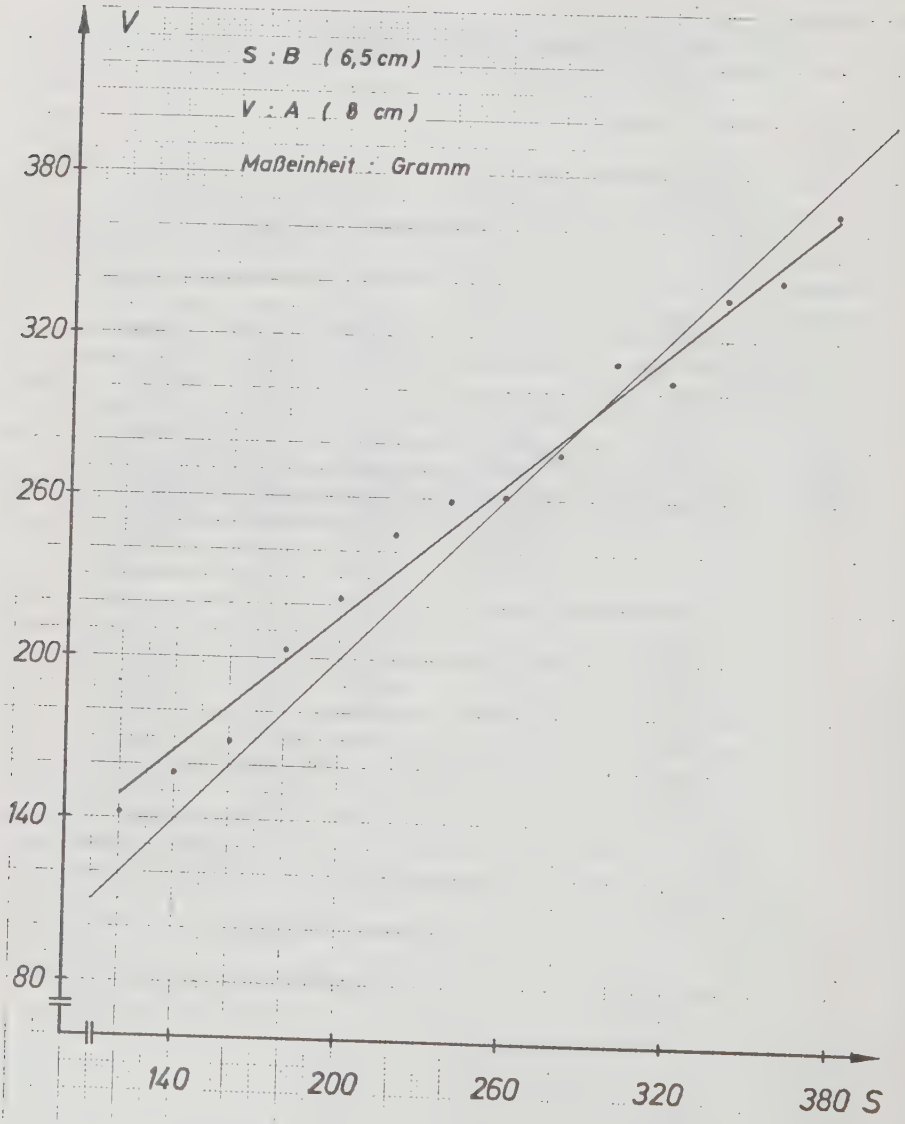


Abbildung 9 a

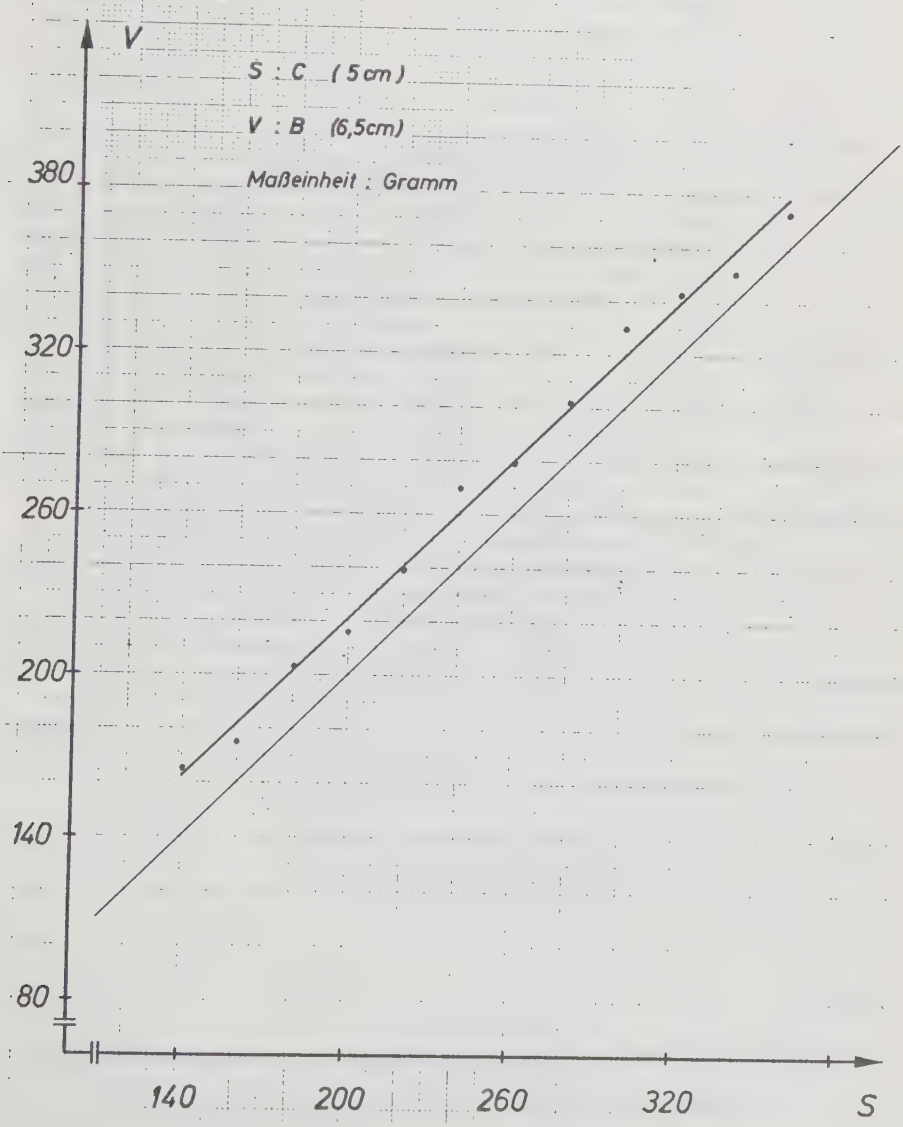


Abbildung 10 a

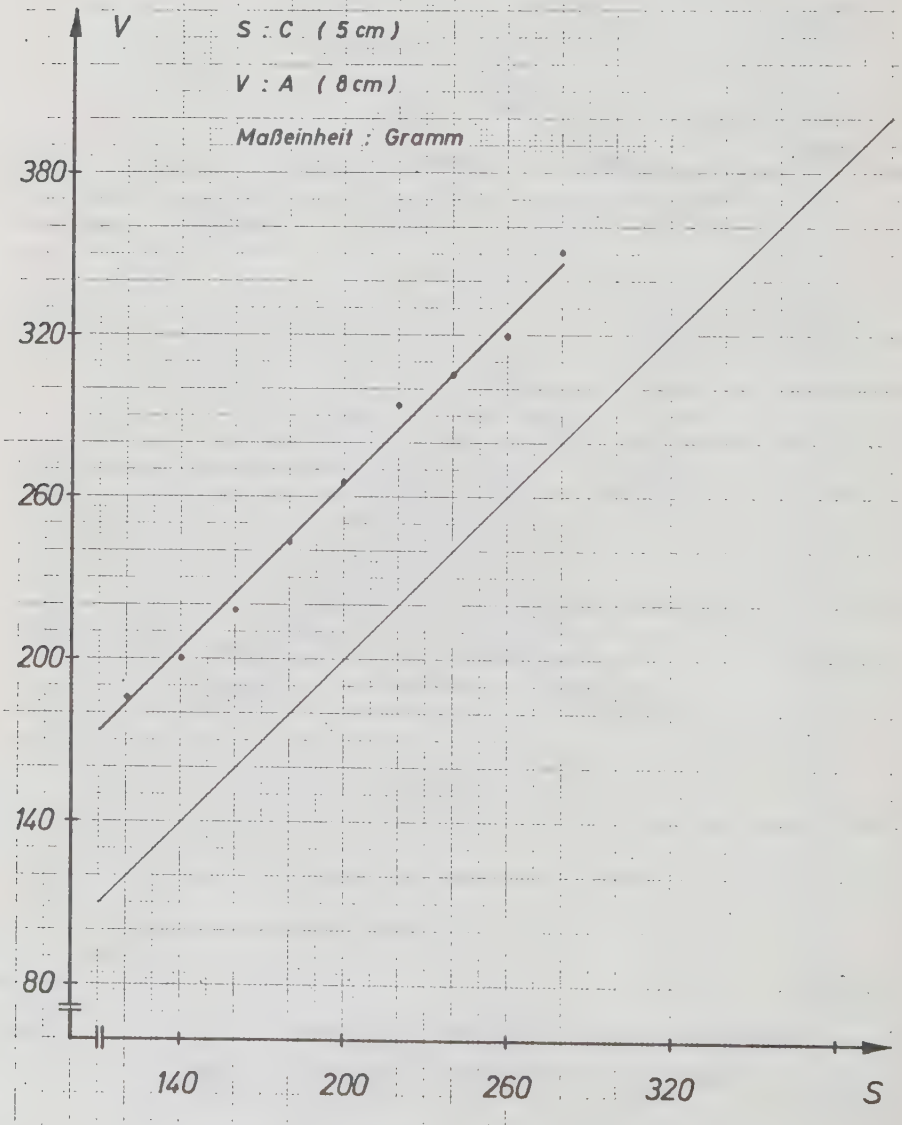


Abbildung 8b

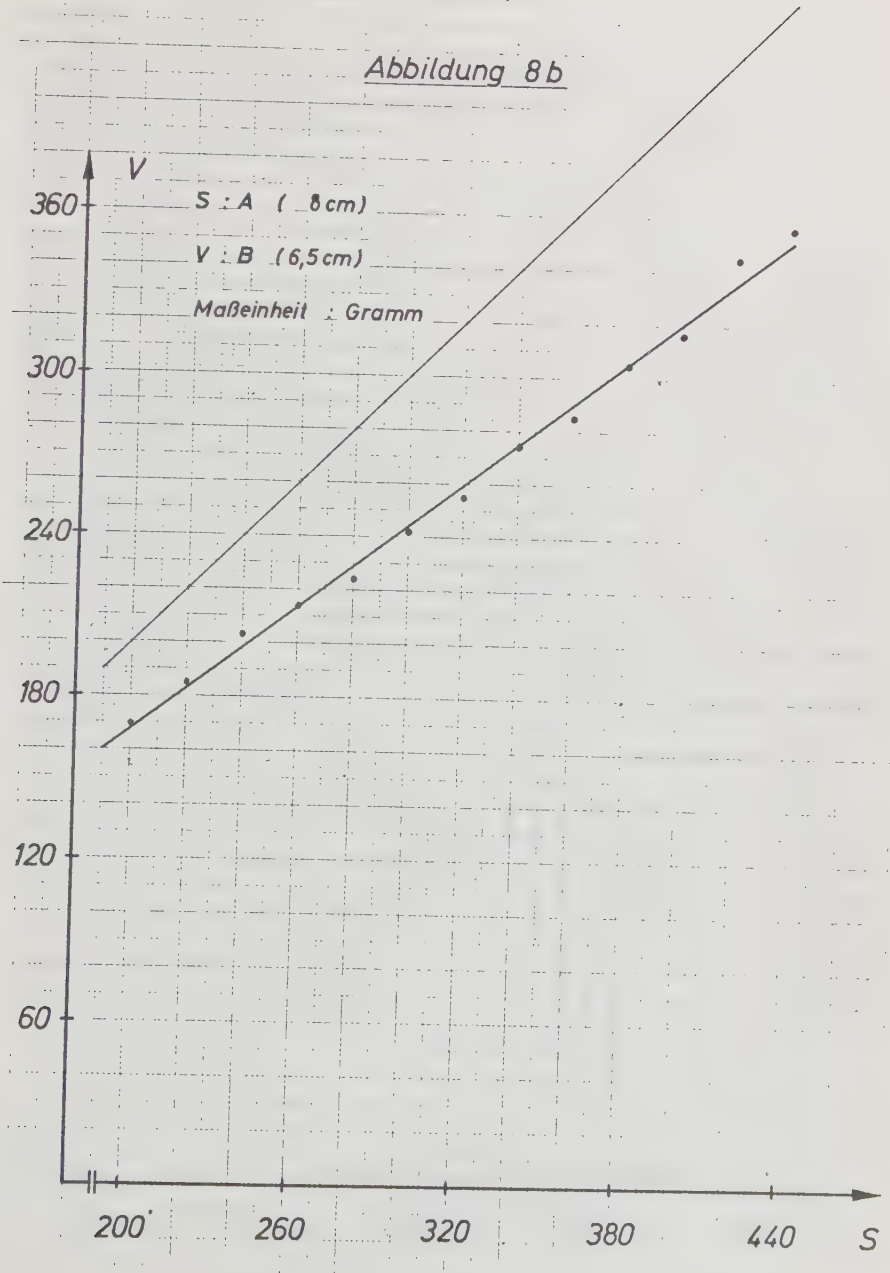


Abbildung 9 b

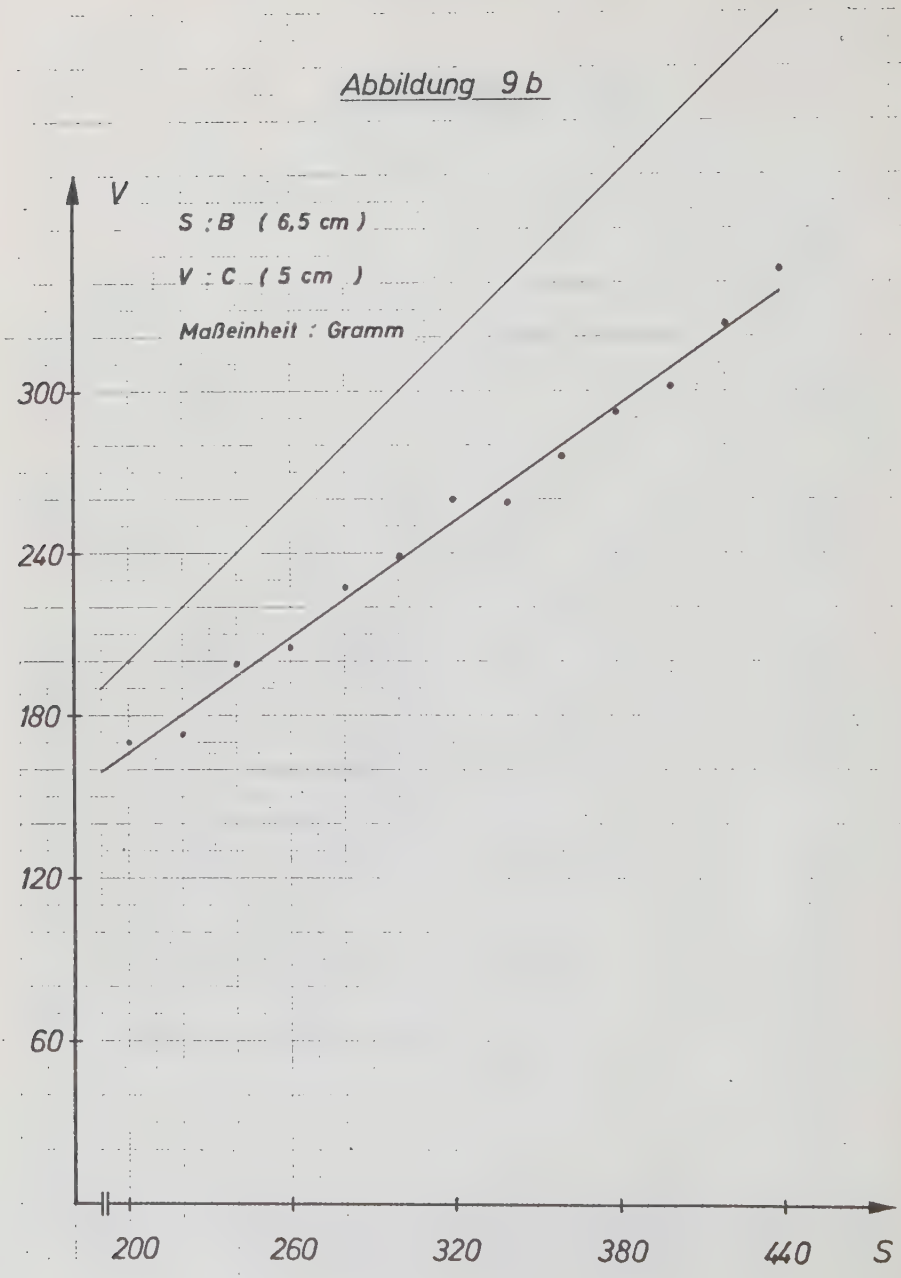
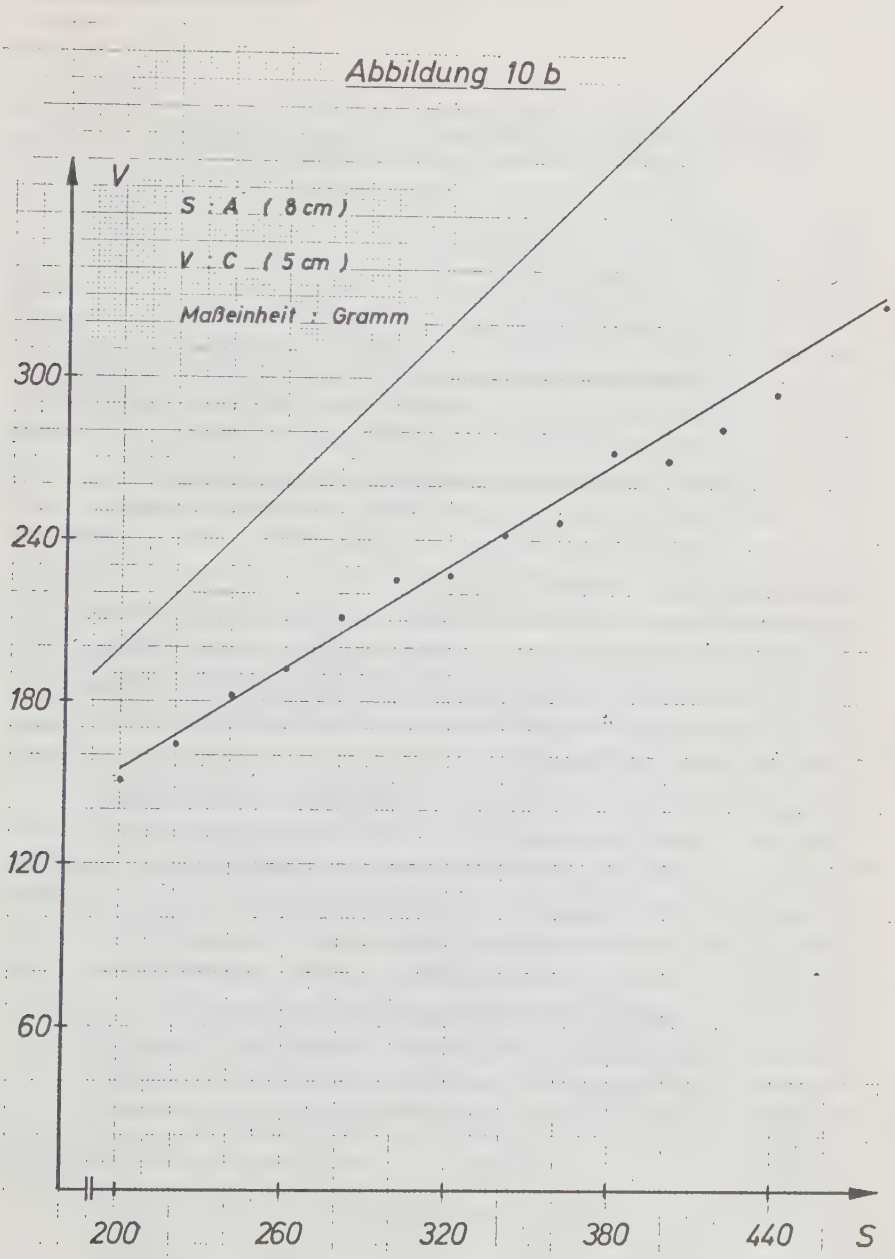


Abbildung 10 b



V. Diskussion der Ergebnisse

Unser Versuchsgerät bestand aus drei Serien von Würfeln (A, B und C) mit den Kantenlängen 8 cm (A), 6,5 cm (B) und 6 cm (C). Jede Serie erstreckte sich in 22 Stufen über einen Gewichtsbereich von 80 g - 500 g (stetiger Zuwachs 20 g). Mit diesen drei Gewichtsserien führten wir sechs Versuchsreihen durch, von denen je drei zueinander symmetrisch waren. Wir maßen z.B. alle Gewichte der Serie B am Maßstab der Serie A (Versuch Nr. 1 a). Anschliessend kehrten wir das Verfahren um, und maßen die Gewichte der Serie A am Maßstab der Serie B (Versuch Nr. 1 b).
Dies ist, um auf unser Beispiel zu Beginn des Kapitels zurückzukommen, ungefähr dasselbe, als ob die Marktfrau zuerst mit ihren Gewichten die Obsttüten auswiegen würde, um anschliessend mit ihren Obsttüten die Gewichte auszuwiegen. Sie würde natürlich in beiden Fällen das gleiche Ergebnis erzielen.

Genau so möchte man eigentlich erwarten, dass eine Vp, die dem Standardgewicht $B_{180\ g}$ das Vergleichsgewicht $A_{220\ g}$ als gleich schwer zuordnet, auch später dem Standardgewicht $A_{220\ g}$ das Vergleichsgewicht $B_{180\ g}$ als gleich zurechnen würde. Man müsste also aus der Regressionsgeraden des Versuches 1 a die Regressionsgerade 1 b durch Vertauschung der x - und y - Werte ableiten können, oder mit anderen Worten, die beiden Regressionsgeraden müssten sich, genau wie die der Versuche 2 a, 2 b und 3 a, 3 b, um die Winkelhalbierende spiegeln.

Wie schon ein Blick auf die Abbildungen 8 a - 10 b zeigt, ist dies nicht der Fall. Wir haben genau wie KOSELEFF für die Anordnung S < V andere Ergebnisse erhalten als für S > V. KOSELEFF war bei der Interpretation dieser Unterschiede vorsichtig. Er schrieb (1958, S.128) : "We should like to postpone comments until ist has been demonstrated whether these results depend solely upon our methods or whether other procedures lead to similar results".

Diese Zurückhaltung erwies sich als berechtigt, denn während wir mit einer ähnlichen Anordnung wie KOSELEFF zum selben Ergebnis kamen, erhält man, wenn man die Ergebnisse von SEASHORE unter die HUANG-Gleichung subsumiert, für S < V keinen Unterschied gegenüber S > V.

In unserer Anordnung einen systematischen Fehler aufzuspüren, ist jedoch ein schwieriges Unterfangen. Wenn zwei Körper gleichen Gewichts, aber verschiedenen Volumens miteinander verglichen werden, wird der Körper mit dem grösseren Volumen als leichter empfunden. Die Frage ist nun, wie festgestellt werden kann, ob der volumengrössere Körper wirklich nur auf Grund der Volumendifferenz leichter empfunden wird, oder ob nicht noch die Wirkung eines Fehlers hinzukommt.

Wenn wir die Gültigkeit der HUANG-Gleichung einmal voraussetzen, haben wir einen ersten Anhaltspunkt darin, dass wir wissen, wie unsere Ergebnisse ohne Fehler aussehen müssten. Schreiben wir einmal die HUANG-Gleichung an als

$$\frac{G_V}{G_S} = \left(\frac{Vol_V}{Vol_S}\right)^k$$

Unsere eigenen Ergebnisse nehmen die Form

$G_V = c_1 G_S + c_2$ an. Wenn wir jetzt unsere Ergebnisse z.B. für den Fall, dass S die Kantenlänge 5 cm und V die Kantenlänge 8 cm einnimmt in die Form der HUANG-Gleichung überführen, so erhalten wir

$$\frac{G_V^3}{G_S^3} = \left(\frac{8}{5}\right)^k \quad \text{, oder} \quad G_V = G_S \sqrt[3]{\left(\frac{8}{5}\right)^k}$$

Dies entspricht einer Geradengleichung der Form $y = ax$, also einer Geraden, die durch den Nullpunkt geht. Wir hätten also, falls die HUANG-Gleichung gültig ist, Geraden erhalten müssen, die durch den Nullpunkt gehen. Ausserdem lässt sich aus der HUANG-Gleichung die Forderung ableiten, dass sich die Ergebnisse der symmetrischen Versuche um die Winkelhalbierende spiegeln müssten.
Bei Betrachtung unserer Ergebnisse kann jetzt gefragt werden, wie der Fehler beschaffen sein muss, der die Geraden aus der nach HUANG zu vermutenden Lage in die tatsächliche Position gebracht hat.
Alle unsere Regressionsgeraden schneiden die Ordinate im positiven Bereich. Der Fehler müsste also eine gleichgerichtete Drehung der Geraden um einen bestimmten Punkt bewirkt haben, oder anders ausgedrückt, die leichteren Standardgewichte müssten überschätzt, die schwereren jedoch unterschätzt worden sein.

Eine solche Verzerrung könnte auf die "Zentrale-Tendenz" zurückgeführt werden, die WOODWORTH & SCHLOSBERG (1958, S. 230) folgendermassen beschreiben:

"The combined trace of the stimulus series shrinks, the component stimuli attracting each other and gravitating toward the mean of the series .... If it (der Standardreiz) is so attracted and O (die Vp) attempts to reproduce it, his reproduction of a low S will be to high, and his reproduction of a high S will be too low".

Falls die "Zentral-Tendenz" tatsächlich unsere Ergebnisse verfälscht hat, muss ihr Einfluss auch dann nachzuweisen sein, wenn Gewichte gleichen Volumens miteinander verglichen werden. Wir führten deshalb einen Versuch durch, bei dem jede Serie mit sich selbst verglichen wurde, also S und V jeweils dieselbe Kantenlänge aufwiesen. Die Ergebnisse stellen wir in den Tabellen 26, 27 und 28 dar, die graphische Darstellung in den Abbildungen 11, 12 und 13. Die Regressionsgeraden sind in Tabelle 29 aufgeführt.

Die Abweichung der Regressionsgeraden von den Winkelhalbierenden ist in der Tat beträchtlich. Unsere Vermutung, dass ein systematischer Fehler die Ergebnisse verzerrt hat, erweist sich als berechtigt. Allerdings bleibt weiterhin fraglich, ob die Geraden ohne diese Verzerrung wirklich durch den Nullpunkt gegangen wären. Man kann es zwar vermuten, aber nicht beweisen. Die Abweichungen der Geraden des Hauptversuches stimmen nicht mit der des Fehlerversuches überein, da der durch die Volumenunterschiede bewirkte Gewichtsunterschied von Standard- und Vergleichsgewichten eine ähnliche Wirkung hat, wie wenn bei volumengleichen Gewichten jeweils der Gewichtsbereich von Standard- und Vergleichsgewichten gegeneinander verschoben würde, was bekanntlich eine Veränderung der Fehlergrösse bewirkt.

Wenn wir annehmen, dass unsere Ergebnisse durch eine "Zentral-Tendenz" verfälscht wurden, wird auch einsichtig, warum SEASHORE relativ unverzerrte Ergebnisse erhielt. Vergegenwärtigen wir uns die Wirkung der Tendenz: jeder Standardreiz wird nach der Mitte der Vergleichsserie hin verändert. Die Verzerrung ist also für die Standardgewichte, die dem mittleren Gewicht der Vergleichsserie entsprechen, am geringsten. SEASHORE's Standardgewichte wogen 80 g, also soviel wie das mittlere Gewicht der Vergleichsserie.

Es ist allerdings zu vermuten, dass auch SEASHORE's Ergebnisse nicht fehlerfrei sind. Wenn wir nämlich annehmen, dass der Volumenunterschied auf die "Zentral-Tendenz" die gleiche Wirkung ausübt wie eine Verschiebung des Gewichtsbereiches der Vergleichsserie, dann müssen SEASHORE's Ergebnisse mit Zunahme des Volumenunterschiedes einer zunehmenden Verzerrung unterliegen. Da dieser Fehler jedoch umgekehrt proportional zum V-G-E wirkt, verringert er bei Subsumierung der Werte unter die HUANG-Gleichung nur den Zahlenwert der Konstante k. Ausserdem wird die Symmetrie zwischen den Ergebnissen für $S < V$ und $S > V$ nicht betroffen.

Tabelle 26 (Ergebnisse des Fehler-Versuches)

Standardgewichte : Serie A (8 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte : Serie A (8 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
160	173	149	197
180	184	164	204
200	201	173	230
220	220	197	244
240	229	207	252
260	245	216	274
280	266	241	292
300	297	264	331
320	304	281	328
340	321	288	355
360	333	301	365
380	352	326	378
400	379	347	411
420	378	345	411

Regressionsgerade: $y = 0{,}84\ x + 24$ $\quad \alpha = 40{,}1^{\circ}$

P_1: (160 / 168)

P_2: (420 / 388)

Tabelle 27 (Ergebnisse des Fehler-Versuches)

Standardgewichte : Serie B (6,5 cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte : Serie B (6,5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
140	162	140	184
160	169	139	199
180	189	166	212
200	212	191	234
220	222	195	250
240	231	205	258
260	254	226	283
280	274	245	304
300	290	263	318
320	296	264	328
340	327	302	352
360	345	314	377
380	348	317	379
400	371	332	410
420	378	341	416
440	395	363	428

Regressionsgerade: $y = 0{,}80\ x + 34$ $\measuredangle\ 38{,}8^{\circ}$

P_1 : (140 / 158)

P_2 : (440 / 400)

Tabelle 28 (Ergebnisse des Fehler-Versuches)

Standardgewichte : Serie C (5cm Kantenlänge)

Vergleichsgewichte: Serie C (5 cm Kantenlänge)

Gewicht der S (g)	PSG	Su	So
120	137	116	159
140	149	127	172
160	166	146	187
180	180	156	205
200	195	176	215
220	213	198	228
240	229	209	249
260	242	221	263
280	265	242	288
300	285	257	314
320	287	256	319
340	314	287	342
360	342	305	380
380	348	316	380
400	371	334	409
420	377	346	409
440	386	354	418

Regressionsgerade: $y = 0{,}82\ x + 20$ $\quad \alpha = 39{,}4^{\circ}$

P_1 : (120 / 133)

P_2 : (440 / 395)

Tabelle 29 (Die aus den Ergebnissen des Fehler-Versuches berechneten Regressionsgeraden)

S = V Serie	Regressionsgerade	α
A = 8 cm	y = 0,84 x + 24	40,1°
B = 6,5 cm	y = 0,80 x + 34	38,8°
C = 5 cm	y = 0,82 x + 20	39,4°

Abbildung 11

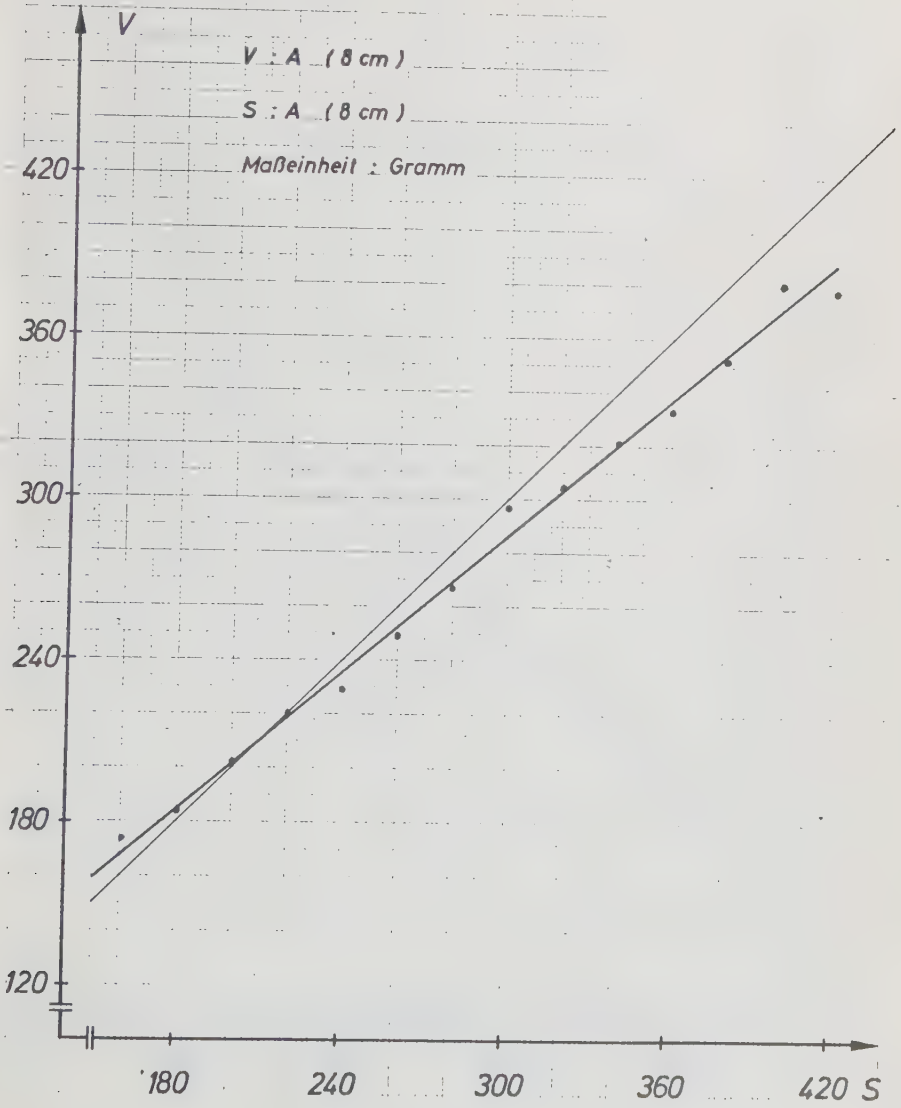


Abbildung 12

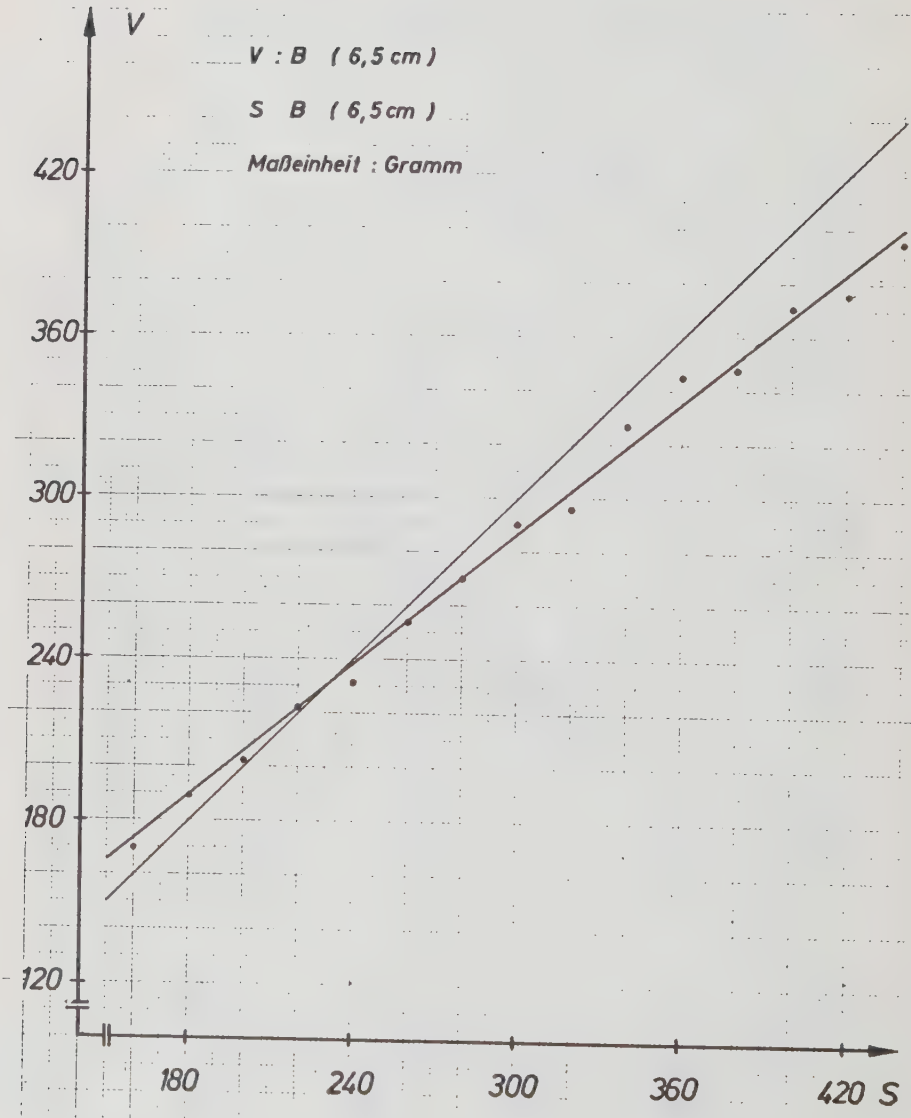
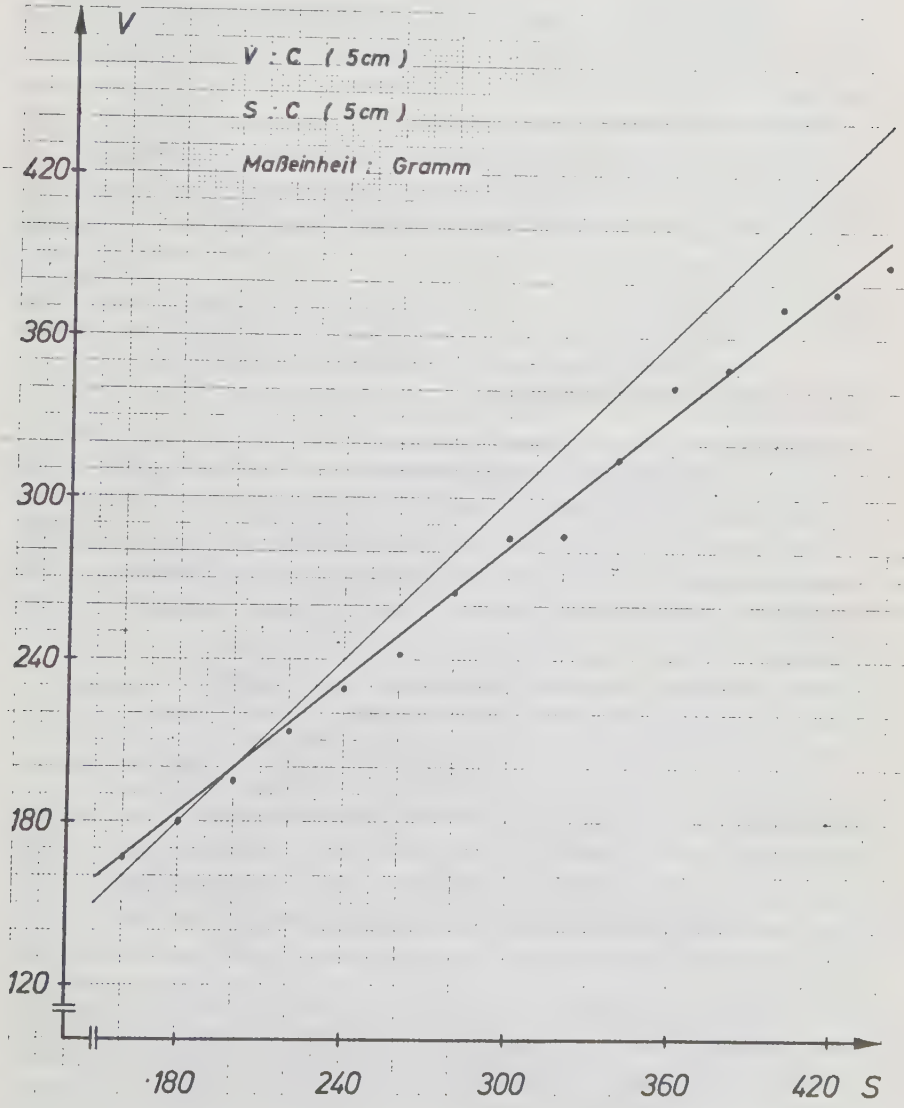


Abbildung 13



D. Zusammenfassung

HUANG (1945 b) hatte zwei Versuchsreihen durchgeführt, in deren Verlauf er einige Standardgewichte von verschiedenem Volumen, aber gleichem Gewicht, an Vergleichsgewichten gemessen hatte, die bei konstantem Volumen im Gewicht variiert waren. Dabei stellte er fest, dass sich die Meßdaten mit der Gleichung

$$\frac{G_1}{G_2} = \left(\frac{Vol_1}{Vol_2}\right)^k$$ erfassen liessen, wobei

G_1, G_2 die Gewichte und Vol_1, Vol_2 die Volumina der verglichenen Körper waren. k war eine Konstante, über die HUANG nichts näheres ausführte.
Da uns die empirische Basis der HUANG-Versuche zu schmal erschien, um eine ausreichende Sicherheit über die Gültigkeit der Gleichung zu gewährleisten, überprüften wir diese noch an den Ergebnissen der Versuche von SEASHORE (1895), die im wesentlichen denen von HUANG gleichen. Während HUANG aber nur Standardgewichte verwendet hatte, deren Volumen grösser als das der Vergleichsgewichte war, benutzte SEASHORE auch Standardgewichte mit kleinerem Volumen. Damit wurde es möglich, die Gültigkeit der HUANG-Gleichung für die Anordnung $S < V$ wie auch für $S > V$ zu prüfen. Bei Subsumierung der beiden Messreihen unter die Gleichung wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Die Gleichung erwies sich in beiden Fällen als gültig.

Das widersprach jedoch dem Ergebnis eines Versuches von KOSELEFF (1958). Dieser hatte Gewichtsserien von drei verschiedenen Volumengrössen hergestellt, mit denen er auf mehreren Gewichtsstufen Messungen durch-

führte, wobei er jede Volumengrösse sowohl als Standardgewicht wie auch als Vergleichsserie benutzte. Er erhielt in der Anordnung S < V andere Ergebnisse als mit S > V.
Wir entwarfen nun eine Versuchsanordnung, die eine Systematisierung der KOSELEFF'schen Anordnung darstellt. Wir fertigten drei Serien von Würfeln an, die sich voneinander allein in den Kantenlängen unterschieden. Jede Serie erstreckte sich in 22 Stufen über einen Gewichtsbereich von 80 g - 500 g. Jedes Gewicht einer jeden Serie wurde nun sowohl als Standard- wie auch als Vergleichsgewicht verwendet. Damit erhielten wir 6 Messreihen, von denen je drei zueinander symmetrisch waren.
Die Meßwerte jeder Serie bildeten wir auf einem Koordinatensystem ab, wobei das Gewicht der S auf der Abszisse, das Gewicht der als gleich empfundenen V auf der Ordinate abgetragen wurde.
Nach der HUANG-Gleichung wäre zu erwarten gewesen:

(1) dass sich die Meßreihen als durch den Nullpunkt gehende Geraden abbilden lassen,

(2) dass die Meßreihen der symmetrischen Versuche sich um die Winkelhalbierende spiegeln.

Beides war nicht der Fall. Zwar ergaben die Meßreihen Geraden, aber diese gingen weder durch den Nullpunkt, noch lagen die Ergebnisse der symmetrischen Versuche symmetrisch um die Winkelhalbierende. Die Regressionsgeraden aller Versuchsreihen schnitten die Ordinate im positiven Bereich.
Da SEASHORE mit seiner Anordnung, bei Subsumierung der Messwerte unter die HUANG-Gleichung, für S < V ein gleiches Ergebnis wie für S > V erhalten hatte, vermuteten wir, dass die Asymmetrie unserer Ergebnisse

auf eine Eigenart unserer Methode zurückzuführen war. Um eine Fehlerquelle aufzufinden, überlegten wir, wie ein Fehler beschaffen sein müßte, der die Regressionsgeraden unserer Versuchsreihen so verzerrt haben könnte, daß sie anstatt durch den Nullpunkt zu gehen, die Ordinate im positiven Bereich schnitten. Das war nur möglich, wenn die Standardgewichte des unteren Gewichtsbereiches im Gewicht überschätzt, die des oberen unterschätzt worden waren.

Eine solche Verzerrung kann auf Grund eines Serieneffektes auftreten, bei dem das phänomenale Gewicht der S in Richtung auf das mittlere Gewicht der Vergleichsserie hin verändert wird. Falls ein solcher Fehler aufgetreten war, mußte er auch dann feststellbar sein, wenn man jede Serie mit sich selbst verglich. Wir führten diesen Versuch durch und stellten in der Tat beträchtliche Abweichungen in der vermuteten Richtung fest. Da die Verzerrung für die S, deren Gewicht dem mittleren Gewicht der Vergleichsserie entspricht, kaum auftritt, wurde auch verständlich, warum die Ergebnisse von HUANG und SEASHORE diese Fehler nicht aufwiesen.

Leider war es nicht möglich, die Regressionsgeraden des Hauptversuches auf Grund der festgestellten Abweichungen zu korrigieren. Da im Hauptversuch Serien verschiedenen Volumens miteinander verglichen wurden, mußte dies wegen des V-G-E. eine ähnliche Wirkung haben, wie wenn der Gewichtsbereich von Standard- und Vergleichsserie gegeneinander verschoben worden wäre. Die Gültigkeit der HUANG-Gleichung für $S < V$ wie auch für $S > V$ kann also auf Grund unserer Ergebnisse nicht bewiesen werden.

E. Beschreibung und Diskussion einiger Versuche zur Erklärung des Volumen-Gewichts-Effektes

I. Einleitung

Nachdem wir uns in den vorhergehenden Kapiteln ausschließlich mit Problemen der Messung des V-G-E beschäftigt haben, soll hier auf einige Theorien eingegangen werden, die zur Klärung des V-G-E erstellt wurden. Dabei werden wir prüfen, inwieweit sie sich mit den zahlreichen experimentellen Befunden decken, die uns heute zur Verfügung stehen.

CHARPENTIER (1891) hatte noch geglaubt, den V-G-E auf die unterschiedlich große Auflagefläche der verglichenen Körper zurückführen zu können. FLOURNOY (1894) widerlegte das, indem er zeigte, dass der V-G-E auch bestehen bleibt, wenn alle Gewichte die gleiche Auflagefläche besitzen.

Seitdem wurden zahlreiche Erklärungsversuche unternommen, von denen jedoch keiner bisher experimentell vollständig erhärtet werden konnte. Diese Versuche lassen sich auf zwei Grundkonzeptionen zurückführen. Sie versuchten, den V-G-E entweder durch Einstellungsprozesse, oder im Zusammenhang mit der Wahrnehmungskonstanz zu erklären.

II. Die Erklärung des V-G-E auf Grund von Einstellungsprozessen

1. Die motorische Einstellung als Erklärungsprinzip

So sehr sich die Theorien, die die motorische Einstellung als Erklärungsprinzip nutzen, auch in der Deutung der Einzelheiten unterscheiden, haben sie doch folgende drei Hauptgedanken gemeinsam:

(1) Gewöhnlich "erwartet" man bewusst oder unbewusst, dass der Körper mit dem grösseren Volumen schwerer ist.

(2) Man ist deshalb darauf eingestellt, ihn mit einem grösseren Kraftaufwand zu heben.

(3) Die unterschiedliche Muskelspannung bewirkt den Unterschied im Gewichtsempfinden.

Bei der experimentellen Überprüfung der Annahmen, die zu den einzelnen Teilstücken gemacht wurden, erhielt man recht unterschiedliche Ergebnisse.

a) Die Ursache der "Erwartung"

i. Ererbte Erfahrung (expérience héréditaire)

FLOURNOY (1894) vertrat die Ansicht, dass sich auf Grund von "ererbter Erfahrung" der "unbewusste cerebrale Impuls" automatisch nach dem Volumen der anzuhebenden Gewichte ausrichte.

PHILIPPE & CLAVIERE (1895) glaubten dies widerlegt zu haben, als sie feststellten, dass der V-G-E bei Kindern unter sechs Jahren nicht auftritt. Dieser Einwand ist aber aus zwei Gründen nicht stichhaltig;

(1) Der V-G-E könnte auch auf Funktionen beruhren, die erst im sechsten Lebensjahr voll ausgereift sind.

(2) ROBINSON (1964) stellte fest, dass der V-G-E bei zweijährigen Kindern sogar stärker auftritt, als bei Erwachsenen. Er begründete den Unterschied zwischen seinen Ergebnissen und denen der vorangegangenen Studien sehr einleuchtend damit, dass die früheren Experimentatoren zu wenig dafür gesorgt hätten, den Kinden die Versuchsanordnung verständlich zu machen.

ii. Suggestion

SCRIPTURE (1897) vermutete, die "Erwartung" werde durch die suggestive Wirkung der Volumendifferenz bewirkt, der Effekt trete also umso stärker auf, je suggestibler eine Vp sei.
GRIMES (1948 nach WERBER & KING 1962) fand jedoch nur eine Korrelation von 0,195 zwischen dem V-G-E und 12 validen Suggestionstests. Auch LITTEL (1946, nach Psychol. Abstr. 1947, 743) fand keine signifikante Korrelation zwischen dem V-G-E und der "Suggestibility - Section" des ADAMS-LEPLEY Personal Auditory. Demnach scheint kein Zusammenhang zwischen dem V-G-E und der Suggestibilität der Vpn zu bestehen.

iii. Erfahrung aus früherem Umgang mit Gewichten

MARTIN & MÜLLER (1899) vermuteten die Ursache der "Erwartung" darin, dass die Vpn bei früherem Umfang mit Gewichten stets die Erfahrung gemacht hätten, dass Gewichte mit grossem Volumen schwerer waren, als solche mit kleinem.

Gegen diese Annahme spricht jedoch die Tatsache, dass der Effekt auch auftritt, wenn die Vp weiss, dass die beiden Körper gleich schwer sind, und dass er auch bei lang andauernden Versuchen nicht völlig erlischt.

b) Die Impulsunterschiede

Mit der Frage der Impulsunterschiede steht oder fällt die Theorie der motorischen Einstellung, denn Einstellungen können nur indirekt an ihren Folgen nachgewiesen werden. Falls also die Vp wirklich "erwartet", dass das Gewicht mit dem grösseren Volumen schwerer ist, und falls sich diese "Erwartung" auch als motorische Einstellung auswirkt, dann muss das Gewicht mit dem grösseren Volumen mit stärkerem Impuls gehoben werden.

Die Stärke eines Muskelimpulses direkt zu messen, wurde jedoch erst durch die neueste Entwicklung der physiologischen Forschungsmethoden möglich, die es erlauben, die Muskelaktionspotentiale (MAP) abzuleiten. Um die Jahrhundertwende mussten sich die Psyhologen damit begnügen, die Ursache (MAP)an ihren Wirkungen zu messen. Man ging dabei von der Annahme aus, dass, wenn von zwei Körpern gleichen Gewichts der eine mit grösserer Energie angehoben wird, sich dies in der Hubzeit manifestieren müsse.

CLAPAREDE (1902) war, soweit wir wissen, der erste, der diese Frage experimentell untersuchte. Als Versuchsgerät verwendete er drei Würfel mit 8 cm, 12 cm und 16 cm Kantenlänge, die alle 345 g wogen. An der Oberseite der Würfel war jeweils ein Ring befestigt. Durch diesen Ring mussten die Vpn greifen, um den Würfel anzuheben. Sie sollten den Ring aber erst berühren, wenn sie wirklich zur Hebung ansetzten.

Zog die Vp an dem Ring, wurde ein elektrischer Kontakt geschlossen, der gleichzeitig einen Chronometer sowie eine Kymographentrommel in Bewegung setzte. Auf diese Trommel wurde mittels einer Übertragung die Hubkurve aufgezeichnet.

Den 18 Vpn wurden die drei Würfel sukzessiv geboten. Leider wird die genaue Zahl der Hebungen, die jede einzelne Vp durchführte, nicht angegeben. Da aber jeder Würfel während des Gesamtversuches nur 26 mal gehoben wurde, und jede Vp alle drei Würfel heben musste, ist zu vermuten, dass keiner Vp die drei Würfel mehr als zweimal geboten wurden. Die Vpn sollten die Gewichte nicht miteinander vergleichen, sondern hatten die Anweisung, jeden Würfel anzuheben, "als ob sie sein Gewicht schätzen wollten". Zwischen den Hebungen lag jeweils ein Zeitraum von einer Minute. Auf diese Weise sollten zwei Faktoren gemessen werden:

(1) Die Latenzzeit, bestimmt durch den Zeitraum, der zwischen dem Zug am Ring und dem Abheben des Würfels von der Tischfläche liegt.

(2) Die Hubgeschwindigkeit, bestimmt durch die Steigung der Hubkurve bis zum Maximum.

CLAPAREDE kam zu folgendem Ergebnis:

(1) Die Latenzzeit nimmt mit zunehmendem Volumen ab.
(2) Die Hubgeschwindigkeit nimmt mit zunehmendem Volumen zu.

Dieses Ergebnis wurde durch LOOMIS bestätigt, der 1907 eine ähnliche Untersuchung durchführte.

Als Versuchsgerät dienten ihm zwei quaderförmige Körper (A und B), die beide 352 g wogen. A hatte die Maße 22,7 x 22,7 x 22,4 cm und B die Maße 3,7 x 3,7 x 4 cm. LOOMIS liess die Gewichte simultan, mittels eines Finger-Ergographen, heben, wobei die Vpn das Gewicht der Körper vergleichen mussten. Von 36 Vpn beurteilten 31 das kleinere Gewicht als schwerer, drei hielten die Gewichte für gleich schwer, eine beurteilte das grössere Gewicht als schwerer, und eine vermutete irgendwelche magnetischen Kontakte, die es ihr unmöglich machten, ein Urteil abzugeben. Über einen Mechanismus wurden auf einer Kymographentrommel Hubkurvenbilder aufgezeichnet. Dabei sollten zwei Faktoren gemessen werden:

(1) Die Latenzzeit, bestimmt durch den Zeitraum, der beim Simultanvergleich zwischen dem Abheben des ersten und des zweiten Gewichtes liegt.

(2) Die aufgewendete Energie, bestimmt durch die Fläche, die eine Hubkurve von Ruhelage zu Ruhelage umschliesst.

LOOMIS, der die Vpn jeweils sechs bis sieben Hebungen durchführen liess, kam zu folgendem Ergebnis:

(1) Das kleinere Gewicht wurde im Durchschnitt später abgehoben als das grössere.
(2) Bei Hebung des grösseren Gewichtes wurde im Durchschnitt mehr Energie aufgewendet.

Obwohl sich diese Veränderungen auch noch an den Mittelwerten der sechsten Hebung der Vpn nachweisen liessen, waren hier die Unterschiede doch erheblich geringer als bei der ersten Hebung.

Leider konnte LOOMIS nicht feststellen, inwieweit sich diese Veränderungen auch in den Gewichtsurteilen widerspiegelten, denn die Vpn wussten, dass die Gewichte der Körper seit dem Beginn des Versuches, als sie ihre Urteile abgegeben hatten, nicht verändert worden waren.

c) Die Wirkung der Muskelspannung auf das Gewichtsempfinden

Nachdem bewiesen war, dass von zwei gleich schweren Gewichten verschiedenen Volumens das Volumengrössere mit mehr Energie gehoben wird, musste nur noch erklärt werden, warum ein Gewicht dadurch, dass es mit mehr Energie gehoben wird, leichter erscheint.

Die meisten Erklärungsversuche bauen auf der MÜLLER-SCHUMANN'schen Theorie des Gewichtsvergleichs auf, die diese Autoren folgendermassen formuliert hatten (1881, S.51): "Beim Vergleichen zweier Gewichte wird unter gewöhnlichen Umständen derselbe motorische Impuls erteilt, ohne dass die Stärke des Impulses durch eine Innervationsempfindung und dergleichen zu Bewusstsein kommt, und wir vergleichen nun lediglich die Effekte miteinander, d.h. im Allgemeinen die Geschwindigkeiten der eintretenden Bewegungen, und zwar verfahren wir hierbei so, dass wir auf Grund der gemachten Erfahrungen das schneller emporsteigende Gewicht für leichter halten."

Die Theoretiker des V-G-E erklärten den Effekt nun einfach daraus, "dass wir bei Wahrnehmung des grösseren Volumens (oder bei Erinnerung an diese Wahrnehmung) unwillkürlich einen stärkeren Hebungsimpuls geben, als bei Wahrnehmung des geringeren Volumens, und dass infolgedessen der Gegenstand von grösserem Volumen bei seiner Erhebung eine kürzere Latenzzeit und schnellere Aufwärtsbewegung erkennen lässt als der Gegenstand von geringerem Volumen.

Nach der MÜLLER-SCHUMANN'schen Theorie muss dies zur Folge haben, dass der erste Gegenstand leichter erscheint". (MARTIN & MÜLLER 1899, S. 207/8, zit. nach FRIEDLÄNDER 1920, S.260)

Von einem etwas anderen Ansatz geht CLAPAREDE aus. Er nimmt an, dass die Gewichtsurteile vor allem von der Dauer der durch die Muskelspannungen hervorgerufenen Empfindungen abhängen, und dass deshalb schneller gehobene Gewichte als leichter empfunden werden müssen.

FRIEDLÄNDER (1920) führte einen Versuch durch, dessen Ergebnis alle jene Theorien widerlegte, in den versucht worden war, den V-G-E allein auf die unterschiedlichen Hubgeschwindigkeiten bei Hebung von Gewichten verschiedenen Volumens zurückzuführen. Er ging dabei von folgendem Gedankengang aus (1920, S. 260) :
"Eines aber ist sicher, dass sie (die Theorie von MÜLLER & SCHUMANN) unzureichend ist für den Fall, dass die Täuschung auch besteht, wenn die Schwerewahrnehmung auf Grund ausschliesslicher Erregung des Drucksinnes zustande kommt".

Zur Klärung dieser Frage liess er 12 Vpn gleich schwere zylindrische Körper vergleichen, die bei gleichem Durchmesser allein in den Höhen differierten. Während des Versuches ruhte die Hand der Vp auf dem Tisch, gestützt durch eine Gipsform, die für jede Vp nach einem Handrückenabdruck hergestellt wurde. Obwohl bei dieser Versuchsanordnung keine Hebung der Gewichte erfolgte, sondern die Gewichte allein auf Grund des Druckes, den sie auf die Handfläche ausübten, miteinander verglichen werden mussten, wurde regelmässig das volumengrössere der beiden verglichenen Gewichte als leichter empfunden.

Der V-G-E trat also auch unter diesen Bedingungen auf. (Zum selben Ergebnis kam elf Jahre später USNADZE bei einer ähnlichen Untersuchung.)

Dieses Ergebnis darf nun nicht als Beweis dafür verstanden werden, dass zwischen dem Auftreten des V-G-E und den Veränderungen der Muskelspannungen kein Zusammenhang besteht. Es zeigt nur, dass diese Veränderungen nicht die alleinige Ursache für das Auftreten des V-G-E sein können. Deshalb sind Theorien, die versuchen, den V-G-E allein auf Grund motorischer Einstellungsprozesse zu erklären, unzureichend.

2. Die "allgemeine" Einstellung als Erklärungsprinzip (Die Theorie von USNADZE)

Nachdem FRIEDLÄNDER (1920) und später USNADZE (1931) festgestellt hatten, dass der V-G-E nicht nur dann auftritt, wenn Gewichte auf Grund von Hubempfindungen, sondern auch, wenn sie mittels Druckempfindungen verglichen werden, musste jede Theorie, die den Effekt als Folge von Einstellungsprozessen zu erklären versuchte, von einer allgemeineren Konzeption der Einstellung ausgehen. Diese musste so weit gefasst sein, dass die Wirkung der anschaulichen Verschiedenheit der Volumina sowohl auf die Hub - als auch auf die Druckempfindungen erklärt werden konnte.

USNADZE (1931) war ein konsequenter Verfechter einer solchen "allgemeinen" Einstellungstheorie, die er folgendermassen formulierte (1931, S. 373):

"Es liegt nahe, anzunehmen, dass jene Verschiedenheitswahrnehmung eine Art Einstellung erzeugt, und zwar eine Einstellung, welche nicht diejenige besondere Beschaffenheit der beiden Körper allein betrifft, in der sie objektiv wirklich verschieden sind, sondern die beiden anschaulichen Gebilde als ganze. Die Wahrnehmung eines grösseren Körpers links, eines kleineren rechts würde also wegen der Einheit der anschaulichen Dinge Folgen haben, die gewissermassen das quantitative Verhältnis beider schlechthin angehen und bei weiterer Wahrnehmung in dem entsprechenden Sinne beeinflussen, auch wenn diese Wahrnehmung nicht gerade wieder das spezielle quantitative Verhältnis anschaulicher Volumina, sondern z.B. der Gewichte oder der verspürten Drucke betrifft".

USNADZE erklärt nun den V-G-E, wie er beim Heben von Gewichten auftritt, in folgender Weise:

(1) Die motorische Einstellung: Wenn eine Vp mehrmals simultan mit der rechten Hand ein leichtes, mit der linken aber ein schweres Gewicht anheben muss, wird in ihr eine motorische Einstellung" rechts leichter, links schwerer" erzeugt. Bietet man nunmehr ein Paar gleichschwere Gewichte, so wird jetzt das rechte Gewicht als schwerer und das linke als leichter empfunden.

(2) Die optische Einstellung: Wenn einer Vp mehrmals tachistoskopisch ein Karton geboten wird, auf dessen rechter Seite ein kleiner, links aber ein grosser Kreis gezeichnet ist, wird in ihr eine optische Einstellung "rechts kleiner, links grösser" erzeugt. Bietet man nunmehr einen Karton mit zwei gleichen Kreisen, so wird jetzt der rechte als grösser und der linke als kleiner wahrgenommen.

(3) Die optische und die motorische Einstellung sind "miteinander in der Beeinflussung weiterer Wahrnehmungen an den gleichen Dingen im groben vertauschbar", da sie einander als "Mengenunterschiede betreffend" äquivalent sind. Die motorische Einstellung kann also "sehr wohl durch die Wahrnehmung eines optischen Grössenunterschiedes an den gleichen Dingen ersetzt werden, ein 'kleiner-grösser' dieser Art kann einfach an die Stelle vorausgegebener Hebungspaare der Folge 'leichter-schwerer' treten" (1931, S. 374).

Nach diesem Prinzip lässt sich auch die "Drucktäuschung" erklären, da beim Druckempfinden der optischen und der motorischen Einstellung analoge Prozesse festgestellt werden konnten.
Ein Glied der Beweisführung blieb uns USNADZE allerdings schuldig. Wenn die motorische und die optische Einstellung bei der Wahrnehmung des gleichen Gegenstandes miteinander vertauschbar sein sollen, muss als Gegensatz zum Volumen-Gewichts-Effekt ein Gewichts-Volumen-Effekt feststellbar sein, das heisst, von zwei Körpern gleichen Volumens, aber verschiedenem Gewicht, muss der leichtere optisch grösser erscheinen. Es gelang USNADZE zwar nachzuweisen, dass von zwei gleich grossen Kugeln verschiedenen Gewichts beim Betasten mit geschlossenen Augen die leichtere als grösser beurteilt wurde, mit geöffneten Augen jedoch trat dieser Effekt nicht auf.

Bei einer solch einfachen Versuchsanordnung ist das kaum erstaunlich, und der haptische Effekt reicht im Grunde auch aus, um die Vertauschbarkeit der Prozesse zu beweisen.

Es wäre aber dennoch wesentlich, den Effekt auch optisch nachzuweisen. Man müsste dazu eine Versuchsanordnung wählen, die es der Vp unmöglich machte, die Volumina der Körper an irgendwelchen Bezugsgrößen zu messen. Das könnte erreicht werden, indem man die Körper auf einer durch Seilzug zu hebenden schwarzen Plattform vor einem schwarzen Hintergrund in einem abgedunkelten Raum bietet.

Man könnte leicht den Eindruck gewinnen, dass die Theorie von USNADZE nur unwesentlich von den klassischen Ansätzen abweicht, da auch er den V-G-E durch Einstellungsprozesse erklärt, die durch Wahrnehmung der Volumina hervorgerufen werden. Der einzige Unterschied scheint darin zu bestehen, dass seine Einstellung nicht auf die Motorik beschränkt bleibt, sondern auch auf dem Gebiet der optischen Wahrnehmung und der Druckempfindungen wirksam wird.

Dabei übersieht man jedoch, dass nach USNADZE der Übergang vom wahrgenommenen Volumenunterschied zur Einstellung auf einen Gewichtsunterschied nicht durch "ererbte" oder "frühere" Erfahrung bewirkt wird, sondern durch eine unmittelbare Verallgemeinerung der Einstellung auf Grund der "Einheit der anschaulichen Dinge". Für diese Verallgemeinerung der Einstellung gibt es allerdings, wie HUANG mit Recht ausführt (1945 a, S. 46), "keinen anderen Beweis als die Täuschung selbst".

Ein weiteres spezifisches Merkmal dieser Theorie besteht darin, dass sie zwei Objekte voraussetzt, die sich in irgend einer Hinsicht anschaulich unterscheiden.

Es wird also stets ein wahrnehmbarer ("tatsächlicher") Unterschied zwischen den Körpern vorausgesetzt, der einen anderen wahrnehmbaren ("Täuschungs") Unterschied bewirkt. Daraus würde folgen, dass bei einem einzelnen Körper keine Wechselwirkung zwischen Grösse und Gewicht besteht.

III. Die Erklärung des V-G-E im theoretischen Rahmen der Wahrnehmungskonstanzen

Bevor wir uns hier der speziellen Frage des V-G-E zuwenden, soll einiges über die allgemeine Problematik der Wahrnehmungskonstanz ausgeführt werden. "Unter Wahrnehmungskonstanz versteht man die Tatsache, dass Objekte ungefähr gleich gross, gleich gefärbt, gleich geformt, in gleichem Bewegungszustand befindlich usw. aussehen, gleichgültig ob man (innerhalb gewisser Grenzen) sich ihnen nähert oder von ihnen entfernt, ob man sie von vorne oder schräg ansieht, ob man sie in Ruhe oder während eigener Bewegung betrachtet usw." (KOHLER, 1963).

Die Konstanz ist erstaunlich, da unter solchen Bedingungen starke Veränderungen der Reize auf der Netzhaut auftreten. Wenn wir z.B. hinter einem Wagen herschauen, der an uns vorbei die Strasse hinabfährt, wird sein Bild auf unserer Netzhaut immer kleiner. Dennoch sieht das Fahrzeug aus 10 m Entfernung noch (Annähernd) so gross aus, wie zu dem Zeitpunkt, als es an uns vorbeifuhr. Das wahrgenommene Bild des Wagens entspricht also mehr dem "wirklichen" nachmessbaren Gegenstand, als dem, was sich auf unserer Netzhaut abbildet.

BRUNSWIK (1933, 1934) und THOULESS (1931 a, b) untersuchten unabhängig voneinander, inwieweit unsere unmittelbare Wahrnehmung vom Gegenstand mit dem "wirklichen" Gegenstand übereinstimmt. Sie stellten fest, dass unsere Wahrnehmung im Normalfall den "wirklichen" Gegenstand nicht völlig erreicht. Der wahrgenommene Gegenstand ist ein "Zwischengegenstand", der zwischen dem Gegenstand, wie er sich auf unserer Netzhaut abbildet, und dem "wirklichen" Gegenstand liegt. Da jedoch dieser "Zwischengegenstand" weitaus besser mit dem "wirklichen" Gegenstand, als mit dem Projektionsbild auf der Netzhaut übereinstimmt, nimmt man an, dass der Beobachter gleichsam "automatisch" alle Anzeichen (cues), die auf die Form, Farbe, Grösse usw. des wirklichen Gegenstandes hindeuten, mit "in Rechnung" stellt. Weil dabei der wahrgenommene Gegenstand vom Netzhautbild weg, in Richtung auf den "wirklichen" Gegenstand tendiert, bezeichnet THOULESS (1931 a, S. 344) diesen Vorgang als "phenomenal regression to the 'real' object" oder kürzer als "phenomenal regression".

Nun werden wir häufig über einen bestimmten Zustand der "Wirklichkeit" durch ein doppeltes, nach unterschiedlichen Prinzipien arbeitendes Orientierungssystem benachrichtigt. Dabei kann es geschehen, dass die beiden Systeme widersprüchliche Hinweise geben. Zum Beispiel wird der Mensch, der stets bemüht ist, durch reflexive Anpassung seines Körpers eine aufrechte Haltung im Raume einzunehmen, über das, was aufrecht ist, zweifach informiert:

(1) Durch einen Mechanismus im Ohr, der auf Schwerkraft anspricht.

(2) Durch Wahrnehmung seiner Umgebung. Er orientiert sich an den vertikalen und horizontalen Flächen und Linien des ihn umschliessenden Raumes.

Es ist anzunehmen, dass diese beiden Systeme in der frühen Kindheit koordiniert werden und sich das herausbildet, was man als phänomenale Senkrechte bezeichnen kann.
Befindet man sich jedoch z.B. im Saloon einer hart am Wind segelnden Yacht, so unterscheiden sich die Informationen aus den beiden Systemen. Man nimmt dann reflexiv eine Haltung ein, die zwischen dem liegt, was man allein auf Grund der Schwerkraft oder auf Grund der Wahrnehmung als aufrecht empfinden würde. Da ein solcher Kompromiß immer dann festzustellen ist, wenn verschiedene Orientierungssysteme unterschiedliche Hinweise auf den Zustand der "Wirklichkeit" geben, formuliert THOULESS folgende Gesetzmässigkeit, die er "law of phenomenal compromise" nannte (1931 b, S.16): "When two sets of sensory or perceptual cues which alone would give rise to phenomenal characters inconsistent with one another are presented together, the phenomenal character which is actually experienced is neither that indicated by one nor that indicated by the other set of cues but is a compromise between them".

THOULESS vermutete, dass auch das Gewichtsempfinden zweifach orientiert sei, nämlich:

(1) am absoluten Gewicht eines Körpers
(2) am spezifischen Gewicht eines Körpers

Wenn man zwei Körper von gleichem Gewicht, aber verschiedenem Volumen vergleicht, würde man demnach folgende Informationen erhalten:

(1) Das absolute Gewicht beider Körper ist gleich.

(2) Der kleinere Körper ist spezifisch schwerer als der grössere.

Der phänomenale Kompromiß, d.h. unser Gewichtsempfinden ergibt dann einen mittleren Wert. Wir empfinden zwar die Körper nicht gleich schwer, aber auch nicht so unterschiedlich, wie es allein nach dem spezifischen Gewicht zu erwarten gewesen wäre. Aus dem Volumen-Gewichts-Effekt wird ein Dichte-Gewichts-Effekt.

Dieser Unterschied scheint unwesentlich, da ja Volumen und Dichte voneinander abhängig sind. Er hat jedoch bedeutsame psychologische Folgen. Würden nämlich die Orientierungssysteme auf Volumen und Gewicht ansprechen, müsste als Kompromiß das volumengrössere Gewicht schwerer beurteilt werden.

Der Gedanke, dass das Gewichtsempfinden von der Dichte beeinflusst wird, ist allerdings nicht neu. Schon van BIERVLIET schrieb (1895, S.85/86): "En résumé, nous croyons pouvoir affirmer que quand nous soupesons un objet quelconque dont nous connaissons le volume soit par la vision, soit par le toucher, nous n'apprécions pas son poids absolu, mais sa densité, ou plus exactement une certaine densité, la rapport d'un poids à un volume".

Man hatte diese Theorie aber stets mit dem Einwand abgetan, das spezifische Gewicht sei ein rein rechnerischer Wert, ein physikalisches Konstruktum ohne jede phänomenale Repräsentanz.

Der BRUNSWIK-Schüler IZZET (1934) sowie HUANG (1945 b) konnten aber zeigen, dass Dichte sehr wohl empfunden werden kann. Sie stellten allerdings fest, dass das Dichteempfinden wiederum vom absoluten Gewicht beeinflusst wird. HUANG liess z.B. 40 Vpn bei einem Vorversuch einige volumenverschiedene Gewichtspaare vergleichen und fragte jeweils, ob sie eines davon als "leerer", als weniger "kompakt" empfänden. Alle bejahten diese Frage und er wies sie an, im nachfolgenden Versuch die Körper nach diesen Eigenschaften, völlig unabhängig von ihrem Gewicht zu beurteilen. Er verwendete dabei die Versuchsanordnung des Hauptversuches (S. 29) und erhielt Werte, die sich von denen des Gewichtsvergleiches unterschieden. Die Ergebnisse des Dichteversuches liessen sich dennoch seiner Gleichung unterordnen, und passten sich gut an eine durch den Nullpunkt gehende Gerade an, die zwischen der der phänomenalen Gewichtsgleichheit und der der objektiven Dichtegleichheit lag.

IV. Die Alternative: "Allgemeine" Einstellung oder "phänomenaler Kompromiß"

Mit den Theorien von USNADZE und THOULESS stehen uns zwei Ansätze zur Verfügung, die beide den V-G-E gleich gut zu erklären scheinen. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass nur eine der beiden Theorien zutreffen kann.

USNADZE setzt voraus, dass zwei Objekte miteinander verglichen werden, die sich in irgendeiner Hinsicht anschaulich unterscheiden. Dieser wahrnehmbare ("tatsächliche") Unterschied bewirkt einen wahrnehmbaren ("Täuschungs") Unterschied. Daraus folgt, dass

bei einem einzelnen Körper kein Einfluss der Grösse auf das Gewicht besteht.

THOULESS nimmt ein doppeltes Orientierungssystem an, das sowohl Informationen über das absolute, wie auch über das spezifische Gewicht eines Körpers verwertet. Das empfundene Gewicht stellt einen "phänomenalen Kompromiß" aus beiden Informationen dar. Demnach muss aber das Gewichtsempfinden auch dann vom spezifischen Gewicht eines Körpers beeinflusst werden, wenn nur ein einzelner Körper angehoben wird.

Um zwischen den beiden Theorien entscheiden zu können, müsste man also prüfen, ob zwei gleich schwere Körper verschiedenen Volumens auch dann verschieden schwer empfunden werden, wenn sie nicht miteinander verglichen, sondern isoliert gehoben werden.

Ein solches Experiment ist, dem ersten Anschein nach, ein völlig absurdes Unterfangen. Da Messen immer ein Vergleichen voraussetzt, müsste man zur Prüfung dieser Frage als Vergleichsserie Gewichtseindrücke ohne jede räumliche Ausdehnung vermitteln, denn nur so könnte das spezifische Gewicht als störender Faktor ausgeschaltet werden. Eine Versuchsanordnung, die dies einwandfrei ermöglicht, ist aber bis heute noch nicht gefunden worden.

Glücklicherweise lässt sich das Problem auch auf andere Weise angehen. Untersuchungen, bei denen Vpn eine Dauerarbeit bis zur völligen Erschöpfung leisten mussten, zeigten, dass der Punkt der subjektiven Erschöpfung nur teilweise von der tatsächlich geleisteten (physikalisch definierten) Arbeit abhängt, zum Teil aber auf Einstellungsvorgänge zurückzuführen ist. JARRARD (1960) unternahm zur Klärung dieser Frage ein Experiment, dessen Ergebnis auch zur Lösung unseres Problems beiträgt.

JARRARD beschreibt das Ziel seiner Untersuchung folgendermassen (1960, S. 57): "The intend of the present research was to provide a more precise specification of the effects of psychological factors in the activation of human neuromuscular system. The specific problem centered around determing the extend to which muscular tension and ergographic performance are affected by set toward the amount of work to be done. The independent variable of set was varied by employing the size-weight illusion".

Der Versuch wurde mit 60 Vpn in Einzelversuchen durchgeführt. Als Gewichte dienten ein grosser Körper von der Form eines Quaders, der 1000 g wog und die Ausmaße 10 x 10 x 15 cm aufwies, sowie eine Serie kleiner Quader mit den Maßen 5 x 5 x 7,5 cm. Diese hatten folgende Gewichte: 250, 375, 500, 625, 750, 875 und 1000 g.

In einem Vorversuch mussten die Vpn aus den Gewichten mit dem kleinen Volumen dasjenige heraussuchen, das sie als gleich schwer mit dem grossen Gewicht empfanden. Der Zweck dieses Vorversuches bestand darin, einerseits dem Versuchsleiter Einblick zu geben, inwieweit die Vpn dem V-G-E unterlagen, und andererseits den Vpn Erfahrungen mit dem V-G-E zu vermitteln. Während des Hauptversuches wurden nur die beiden Gewichte von 1000 g benutzt.

Beim Hauptversuch wurden die Gewichte mittels eines Finger-Ergographen gehoben, der so gebaut war, dass durch Zug an einer Schlinge eine normalerweise frei sichtbare Plattform auf und ab bewegt werden konnte. In einer Höhe von 43 cm über der Ruhelage der Plattform war eine Markierung angebracht.

Die Vpn hatten die Anweisung, die Plattform stets bis zu dieser Markierung zu ziehen. Es wurde ihnen gesagt, sie müssten ein Gewicht anheben, und zwar so lange, bis sie vor Erschöpfung nicht mehr dazu in der Lage seien. Während des Versuches leitete man die MAP der Vpn mittels Elektroden ab.

Die Vpn wurden nach Zufallsgesichtspunkten in fünf gleich grosse Gruppen eingeteilt, die den Versuch unter folgenden Bedingungen durchzuführen hatten:

Gruppe A (Kontrollgruppe): Diesen Vpn wurde durch eine Trennwand die Sicht auf die Plattform teilweise verwehrt, so dass sie zwar den Rand und die Höhenmarkierung sehen konnten, nicht aber das Gewicht.

Die übrigen Gruppen waren experimentelle Gruppen, denen eine freie Sicht auf die Plattform, und damit auch auf das anzuhebende Gewicht gewährt wurde.

Gruppe B: Diese Vpn konnten sehen, dass sie während des gesamten Versuches das Gewicht mit dem grossen Volumen anhoben.

Gruppe C: Diese Vpn konnten sehen, dass sie während des gesamten Versuches das Gewicht mit dem kleinen Volumen anhoben.

Gruppe D: Diese Vpn konnten sehen, dass nach den ersten vier Hebungen das grossvolumige Gewicht durch das Gewicht mit dem kleinen Volumen ersetzt wurde.

Gruppe E: Diese Vpn konnten sehen, dass nach den ersten vier Hebungen das kleinvolumige Gewicht durch das Gewicht mit dem grossen Volumen ersetzt wurde.

JARRARD erhielt folgende Ergebnisse:

(1) Die Gruppen B und C, also die Gruppen, die während des gesamten Vorversuches ein Gewicht gleichen Volumens (gross oder klein) anheben mussten, unterscheiden sich von der Kontrollgruppe weder in den Mittelwerten ihrer Muskelaktionspotentiale, noch in der Zahl von Hebungen, die sie bis zum Punkt subjektiver Erschöpfung durchführten.

(2) Die Gruppe D, also die Gruppe, die während des Versuches vom Gewicht mit dem grossen Volumen zu dem mit dem kleinen Volumen wechselte, weist bei der Hebung der kleinvolumigen Gewichte eine signifikant höhere Muskelspannung auf als die Kontrollgruppe.

(3) Die Gruppe D erreichte den Punkt subjektiver Erschöpfung nach signifikant weniger Hebungen als die Kontrollgruppe.

(4) Die Gruppe E, also die Gruppe, die während des Versuches vom Gewicht mit dem kleinen Volumen zu dem mit dem grossen Volumen wechselte, hob das grossvolumige Gewicht mit der gleichen Muskelspannung wie die Kontrollgruppe.

(5) Die Gruppe E erreichte den Punkt subjektiver Erschöpfung nach signifikant mehr Hebungen als die Kontrollgruppe.

Wenn zwei aus einer homogenen Grundgesamtheit zufällig ausgewählte Gruppen die Aufgabe haben, bis zur völligen Erschöpfung Gewichte anzuheben, sollte man erwarten, dass dieser Punkt von beiden Gruppen nach einer ungefähr gleichen Zahl von Hebungen erreicht wird. Ist das nicht der Fall, und treten sogar bedeutsame Unterschiede auf, muss angenommen werden, dass diese Unterschiede im Ergebnis auf Unterschiede in der Versuchsanordnung zurückzuführen sind. Wenn, wie zwischen der Versuchsanordnung der Kontrollgruppe A und der der experimentellen Gruppen D und E, der einzige Unterschied darin besteht, dass der einen Gruppe die Sicht auf das zu hebende Gewicht verwehrt war, während die beiden anderen Gruppen sahen, welches Gewicht sie hoben, müssen die Wahrnehmungen dieser Gruppen das Ergebnis verändert haben. Es muss also z.B. die Wahrnehmung der Gruppe D, dass nach vier Hebungen das grossvolumige Gewicht durch das Gewicht mit dem kleinen Volumen ersetzt wurde, die im Vergleich zur Kontrollgruppe vorzeitige Erschöpfung bewirkt haben. Da unter den gleichen Bedingungen, jedoch bei Ausschaltung der Wahrnehmung, eine solche vorzeitige Erschöpfung nur hätte erzielt werden können, indem man der Gruppe D ein im Vergleich zu dem der Kontrollgruppe schwereres Gewicht geboten hätte, muss vermutet werden, dass die Wahrnehmungen der Gruppe D eine ähnliche Wirkung hatten. Wir glauben deshalb berechtigten Grund für die Annahme zu haben, dass die Gruppen D und E einem Volumen-Gewichts-Effekt unterlagen.

Umgekehrt lässt die Tatsache, dass die Gruppe B und C den Punkt der subjektiven Erschöpfung nach der gleichen Zahl von Hebungen erreichten wie die Kontrollgruppe, den Schluss zu, dass hier kein V-G-E auftrat.

Wenn der V-G-E allein durch den Einfluss des wahrgenommenen Volumens auf das Gewichtsempfinden hervorgerufen würde, hätte der Effekt auch bei den Gruppen B und C auftreten müssen, da die beiden Gruppen freie Sicht auf die Plattform mit dem Gewicht hatten, und die Gruppe B ein Gewicht mit grossem Volumen, Gruppe C jedoch eines mit kleinem Volumen hob. Aus der Tatsache, dass die Gruppen B und C im Gegensatz zu D und E keinen V-G-E aufweisen, muss deshalb geschlossen werden, dass der Effekt nicht durch die Wahrnehmung eines kleinen oder grossen Volumens an sich hervorgerufen wird, sondern erst durch den anschaulichen Wechsel von einem Gewicht mit grossem Volumen zu einem kleinvolumigen oder umgekehrt. Damit scheidet der "phänomenale Kompromiß" als Erklärungsmöglichkeit aus.

In den Aussagen über die zur Hebung der verschiedenvolumigen Gewichte aufgewendeten Energie unterscheidet sich das Ergebnis von JARRARD wesentlich von dem von CLAPAREDE (1902) und LOOMIS (1907). CLAPAREDE und LOOMIS hatten festgestellt, dass das Gewicht mit dem kleinen Volumen mit weniger Energie gehoben wird,als das grossvolumige. JARRARD kam zum umgekehrten Ergebnis. Wir vermuten zwar, dass dieser Widerspruch durch die bedeutend höhere Zahl der Hebungen (48 - 120) hervorgerufen wurde, die die Vpn bei JARRARD im Gegensatz zu denen von CLAPAREDE und LOOMIS (3-6) durchzuführen hatten, sind aber ohne weitere Experimente nicht imstande, diese Annahme zu belegen.
Das ist ärgerlich, denn die Frage der Hubenergie spielt in der Theorie von USNADZE eine zentrale Rolle, da dieser zur Erklärung des V-G-E, wie er bei Hebung von Gewichten auftritt, den Schwerekontrast in seine Theorie einbezieht.

Er erklärt,der wahrnehmbare Volumenunterschied habe die gleiche Wirkung wie die vorausgegangene Hebung unterschiedlich schwerer Gewichte. Das Kontrasterlebnis, das man bei Hebung gleich schwerer Gewichte, nach vorangegangener Hebung von unterschiedlich schweren Gewichten, empfindet, wird aber seit MÜLLER & SCHUMANN dadurch erklärt, dass der Körper in der Hand, in der zuvor das schwere Gewicht lag, mit mehr Muskelkraft gehoben würde und dass dieser Mehraufwand an Energie zu einer subjektiven Erleichterung führe.
Nun hält die Annahme, ein Gewicht würde umso leichter empfunden, je grösser der Aufwand an Energie ist, mit dem es angehoben wird, einer experimentellen Nachprüfung nicht stand. Wenn eine Vp ein S mit einer Reihe von V, die sich in ihrem Gewicht nur wenig von diesem S unterscheiden, mehrmals vergleicht, wird sie ein und dasselbe V manchmal schwerer und manchmal leichter als das S empfinden. Nach MÜLLER & SCHUMANN müßten sich die Fälle der "leichter" - Urteile von denen der "schwerer" - Urteile insofern unterscheiden, als das V vor "leichter" - Urteilen mit mehr Energie angehoben worden sein müsste, als vor den "schwerer" - Urteilen.

Diese Frage lässt sich auf Grund von Ergebnissen einer Untersuchung von PAYNE & DAVIS (1940) lösen. Sie arbeiteten mit Gewichten , die sich weder in der Form, noch im Volumen unterschieden. Das Standardgewicht wog 100 g, während als V Gewichte von 84, 88, 92, 100 und 108 g dienten. Der Versuch wurde als Sukzessivvergleich im Konstanzverfahren durchgeführt. An sechs Tagen wurden einer Vp 173 zufällige Paarungen zum Vergleich geboten, wobei sie jeweils angeben musste, ob sie das an zweiter Stelle gebotene Gewicht (V) als leichter oder schwerer als das erste Gewicht empfand.

Während jedes Vergleiches wurden von verschiedenen Muskeln der Vp Aktionspotentiale (MAP) abgeleitet.

Von den 173 Messungen mussten 46 wegen irgendwelcher Fehler ausgeschieden werden. Unter den 127 befriedigenden befanden sich 77 Fälle von "schwerer" - Urteilen (H) und 50 von "leichter"- Urteilen (L.). Diese Urteile verteilten sich auf die V in folgender Weise: 84 g (7 H, 17 L), 88 g (12 H, 11 L) 92 g (19 H, 12 L), 96 g (19 H, 5L), 100 g (15 H, 5L), 108 g (5 H).

In Tabelle 30 führen wir die Mittelwerte der bei Hebung der V gemessenen MAP nach "leichter" - und "schwerer"-Urteilen gegliedert auf. Diese Ergebnisse widersprechen eindeutig der Theorie von MÜLLER & SCHUMANN. Die V wurden in den Fällen, in denen sie als leichter beurteilt wurden, mit weniger Energie angehoben, als in den Fällen der "schwerer" - Urteile.

Tabelle30 (Mittelwerte der bei der Hebung der V gemessenen MAP (Mikrovolt) nach "leichter" - (L) und "schwerer" - Urteilen (H) gegliedert)

V	84 g	88 g	92 g	96 g	100 g	Gesamt
L	78,32	76,49	79,67	72,83	79,28	77,80
H	86,08	87,77	82,28	83,39	83,96	83,57

Da aber einerseits kaum vermutet werden kann, dass ein Gewicht deshalb schwerer beurteilt wird, weil es mit mehr Energie angehoben wurde, andererseits jedoch eine eindeutige Zuordnung von Aufwand an Energie und Urteilskategorie festzustellen ist, muss angenommen werden, dass sowohl der Mehraufwand an Energie, wie auch das "schwerer"-Urteil Folge eines Einstellungsprozesses sind.

Wir glauben, dass die Vp, vermutlich auf Grund des vorangegangenen Vergleiches, auf ein schwereres V eingestellt ist. Diese Einstellung bewirkt nun sowohl den Mehraufwand an Energie, als auch das "schwerer" Urteil. Allerdings muss dieser Vorgang stets in Bezug auf das Gewicht des V gesehen werden. Wenn das V wesentlich leichter ist als das S, muss eine stärkere Einstellung vorliegen, um noch zu einem "schwerer" - Urteil zu führen. Es wird deshalb in diesen Fällen weniger "schwerer"- Urteile geben, die sich aber dennoch in Bezug auf die Hubenergie von den "leichter" - Urteilen zum selben V unterscheiden werden.

Hier muss allerdings gefragt werden, wie es dann überhaupt zu einem Schwerekontrast kommen kann. Man muss doch annehmen, dass eine Vp, wenn sie mehrmals mit der linken Hand ein schwereres Gewicht gehoben hat, nun vor der Hebung des gleich schweren Paares darauf eingestellt ist, links ein schwereres Gewicht zu halten. Nach der oben entwickelten Hypothese müsste dies zur Folge haben, dass sie, wegen der Einstellung auf ein schwereres Gewicht, dies auch schwerer empfinden würde.

USNADZE (1931) hat das Problem für optische Einstellungsprozesse durch tachistoskopische Darbietung zweier unterschiedlich grosser Kreise untersucht. Er stellte fest, dass es zu einem Kontrast nur dann kommt, wenn die Einstellung durch Kreispaare erzeugt wird, die sich in ihrer Grösse wesentlich unterscheiden. Ein geringer Unterschied bewirkt dagegen eine Angleichung, d.h. wenn die Einstellung "links kleiner" erzeugt wird, wird im kritischen Versuch mit dem gleich grossen Paar der linke Kreis kleiner gesehen.
Nach diesem Ergebnis kann vermutet werden, dass im Versuch von PAYNE & DAVIS die Einstellung auf ein schwereres

V wegen der geringen Verschiedenheit der Gewichte zu einer Angleichung führte, während bei MÜLLER & SCHUMANN die Einstellung "das zweite Gewicht schwerer", auf Grund der grossen Verschiedenheit der Gewichte ein Kontrasterlebnis erzeugte.

Wenn wir diese Erklärung des Schwerekontrastes in die Theorie von USNADZE einbeziehen, müssen wir vermuten, dass es beim Vergleich von Gewichten, die sich in ihren Volumina nur wenig unterscheiden, zu einem negativen Effekt kommt, d.h. dass das kleinere Gewicht als schwerer empfunden wird. Dies dürfte jedoch nur unter Schwierigkeiten nachzuweisen sein, da bei einem geringen Volumenunterschied auch nur ein geringer Effekt auftritt, der dann leicht durch irgendwelche Serieneffekte verfälscht werden kann.

Aber auch diese Theorie des Schwerekontrastes lässt vermuten, dass das grossvolumige Gewicht mit mehr Energie gehoben wird, als das kleinvolumige, denn nach dem Versuch von PAYNE & DAVIS muss angenommen werden, dass die Einstellung auf ein schwereres Gewicht einen Mehraufwand an Muskelkraft zur Folge hat. Das widerspricht aber dem Ergebnis von JARRARD. Es scheint demnach eine Klärung der Frage des Energieaufwandes bei der Hebung volumenverschiedener Gewichte unbedingt notwendig zu sein, bevor weitere Aussagen über die Theorie von USNADZE gemacht werden können.

LITERATURVERZEICHNIS

ANTHONY, W.S., HOLDING, D.H., LION, J.S., & SLUCKIN, W.
Size-weight in judgment of compound stimuli.
Quart. J. Exp. Psychol., 1962, 14, 77 - 88

BIERVLIET, van
La mesure des illusions de poids.
Année psychol., 1895, 2, 79 - 86

BORING, E.G.
Sensation and Perception in the History of Experimental Psychology.
2nd Ed. New York 1942

BROWN, W.
The judgment of difference.
Univ. Calif. Publ. Psychol. 1910, 1, Nr. 1

BRUNSWIK, E.
Die Zugänglichkeit von Gegenständen für die Wahrnehmung und deren quantitative Bestimmung.
Arch. f.d.ges. Psychol. 1933, 88, 377 - 418

BRUNSWIK, E.
Wahrnehmung und Gegenstandswelt.
Leipzig und Wien 1934

CHARPENTIER, A.
Analyse expérimentale de quelques éléments de la sensation de poids.
Arch. physiol. norm. & pathol., 1891, 3, 122-135

CLAPARÈDE, E.
Experiences sur la vitesse du soulèvement des poids de volumes différents.
Arch. de Psychol. 1902, 1, 69 - 94

CULLER, E.
Studies in psychometric theory.
Psychol. Monographs, 1926, 35, Nr. 163, 56 - 137

DAHLEM, L.
Recherches sur l'illusion de poids.
Bruxelles 1923

DRESSLAR, F.B.
Studies in the psychology of touch.
Amer. J. Psychol., 1893, 6, 313 - 368

FECHNER, G.Th.
Elemente der Psychophysik.
2. unv. Aufl. Leipzig 1889

FLOURNOY, Th.
De l'influence de la perception visuelle des corps sur leur poids apparent.
Année psychol., 1894, 1, 198 - 208

FRIEDLÄNDER, H.
Über Gewichtstäuschungen.
Z. Psychol., 1920, 84, 258 - 291

FRÖBES, J.
Lehrbuch der experimentellen Psychologie.
2. / 3. Aufl. Freiburg/Br. 1923, 1. Band

FURTH, H.G.
The effect of size-weight illusion on adaptation level
J. exp. Psychol. 1960, 60, 150 - 154

GRIMES, F.V.
An experimental analysis of the nature of suggestibily, and of its relation to other psychological factors
Stud. Psychol. Psychiat. Cathol. Univ. Amer. 1948, 7, No. 4

GUILFORD, J.P.
Psychometric methods
2nd Ed. New York 1954

HOWARD, I.P.
An experimental and theoretical anaysis of the size-weight illusion
Res. Rev. Durham, 1954, 5, 47 - 53

HUANG, I.
a) The size-weight illusion in relation to the perceptual constancies
J. gen. Psychol, 1945, 33, 43 - 63

HUANG, I.
b) The size-weight illusion and the "weight-density illusion".
J. gen. Psychol., 1945, 33, 65 - 84

IZZET, T.
Gewicht und Dichte als Gegenstände der Wahrnehmung
Arch. ges. Psychol. 1934, 91, 305 - 318

JARRARD, L.E.
The role of visual cues in the performance of ergographic work
J. exp. Psychol. 1960, 60, 57 - 63

KOHLER, I.
Wahrnehmung
S. 53 - 92 aus: MEILI & ROHRACHER, Lehrbuch der experimentellen Psychologie
Stuttgart und Bern 1963

KOSELEFF, P.
Studies in the perception of heaviness I.
Acta Psychol. 1957, 13 , 242 - 252

KOSELEFF, P.
Studies in the perception of heaviness II.
Acta Psychol. 1958, 14, 109 - 130

LEY, A.
Mesure et analyse de l'illusion de poids
J. de Neurologie, 1900, 5, 309 - 316

LITTEL, S.
The role of suggestibility in susceptibility to the size-weight illusion and the phenomenon of autokinetic streaming
J. Sci. Labs Denison Univ. 1946, 39, 156 - 170

LOOMIS, H.N.
Reactions to equal weights of unequal size
Psychol. Monog. 1907, 8, 334 - 348

MARTIN, C.J. & MÜLLER, G.E.
Zur Analyse der Unterschiesempfindlichkeit
Leipzig 1899

MÜLLER, G.E. & SCHUMANN, F.
Über die physologischen Grundlagen der Vergleichung gehobener Gewichte.
Arch. ges. Physiol. 1889, 45, 37 - 112

NYSSEN, R. & BOURDON, J.
Contribution to the study of size-weight illusion by the method of P. Koseleff
Acta Psychol. 1955, 11, 467 - 474

NYSSEN, R. & BOURDON, J.
A new contribution to the experimental study of the size-weight illusion
Acta Psychol. 1956, 12, 157 - 173

PAULI, D. & ARNOLD, W.
Psychologisches Praktikum
4. ver. und erw. Aufl. Stuttgart 1957

PAYNE , D. & DAVIS, R.C.
The role of muscular tension in the comparison of liftes weights
J. exp. Psychol. 1940, 27, 227 - 242

PHILIPPE, J. & CLAVIÈRE, J.
Sur une illusion musculaire
Rev. philosoph. de la France & de l'Étranger
1895, 40, 672 - 682

PFANZAGL, J.
Allgemeine Methodenlehre der Statistik II.
Berlin 1962

REY, A.
De l'illusion de poids chez les anormaux
Arch. Psychol. 1930, 22, 285 - 297

RICE, J.F.
The size-weight illusion among the blind
Studies from the Yale Psychol. Lab.
1897, 5, 81 - 87

ROBINSON, H.B.
An experimental examination of the size-weight illusion in young children
Child Developm. 1964, 35, 91 - 107

SCRIPTURE, E.W.
The law of size-weight suggestion
Science, 1897, 5, 227

SEASHORE, C.E.
Measurements of illusions and halluzinations in normal life.
Studies from the Yale Psychol. Lab.
1895, 3, 1 - 67

THOULESS, R.H.
a) Phenomenal Regression to the real object I.
Brit. J. Psychol. 1931, 21, 339 - 359

THOULESS, R.H.
b) Phenomenal Regression to the real object II.
Brit. J. Psychol. 1931, 22, 1 - 30

URBAN, F.M.
The psychometric constant delta
Amer. J. Psychol. 1950, 63, 100 - 107

USNADZE, D.
Über die Gewichtstäuschung und ihre Analoga
Psychol. Forsch. 1931, 14, 366 - 379

WERBER, M. & KING, D.J.
An investigation of the response mechanism of the size-weight illusions
J. gen. Psychol. 1962, 85 - 100

WOLFE. J-L-
Some effects of size on judgments of weight
Psychol. Rev. 1889, 5, 25 - 54

WOODWORTH, R.S. & SCHLOSBERG, H.
Experimental Psychology
Rev. Ed. New York 1958

LEBENSLAUF:

Als Sohn des Ingenieurs Ernst Stroebe und seiner Frau Hilde, geb. Mehnert, wurde ich 1941 in Pforzheim (Baden-Württemberg) geboren.

Nach Besuch der Grundschule trat ich 1951 in das Pforzheimer Keplergymnasium (neusprachlicher Zug) ein, wo ich 1960 das Abitur ablegte.

Im Sommer des gleichen Jahres immatrikulierte ich mich an der Universität Tübingen als Student der Rechte und der Psychologie.

Während ich in den ersten Semestern mehr rechtswissenschaftliche Vorlesungen besuchte, studierte ich später hauptsächlich Psychologie und erwarb im Frühjahr 1964 an der Universität Tübingen den Grad eines Diplompsychologen.

Da Prof. Dr. Wilhelm Witte einen Ruf nach Münster annahm, kam ich im Sommer 1964 an die Universität Münster. Neben der Arbeit an meiner Dissertation begann ich hier Soziologie zu studieren.